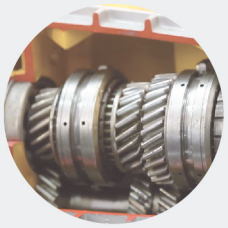
INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO

MESTRADO EM ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL



MELHORIA DO LAYOUT DO ARMAZÉM DE ABASTECIMENTO À LINHA DE MONTAGEM DO LAND CRUISER SÉRIE 70

VERA LUÍSA SERRA PINTO

setembro de 2021

POLITÉCNICO
DO PORTO

Instituto Superior de Engenharia do Porto

MELHORIA DO *LAYOUT* DO ARMAZÉM DE ABASTECIMENTO À LINHA DE MONTAGEM DO *LAND CRUISER* SÉRIE 70

Vera Luísa Serra Pinto

2021

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

P.PORTO

isep
P.PORTO

Instituto Superior de Engenharia do Porto

MELHORIA DO LAYOUT DO ARMAZÉM DE ABASTECIMENTO À LINHA DE MONTAGEM DO LAND CRUISER SÉRIE 70

Vera Luísa Serra Pinto

Estudante n.º 1160985

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação da Professora Doutora Maria Teresa Ribeiro Pereira.

2021

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

P.PORTO

isep
P.PORTO

AGRADECIMENTOS

Terminado o projeto de estágio que proporcionou a conclusão do meu percurso académico, gostaria de manifestar os meus sinceros agradecimentos a todos os que contribuíram para a minha formação pessoal e académica.

Primeiramente, gostaria de agradecer ao Engenheiro Carlos Rodrigues pela oportunidade concedida para a realização do estágio curricular na Toyota Caetano Portugal S.A.

Um agradecimento muito especial à supervisora da empresa, Engenheira Ana Paula, e co-supervisora, Brízida Sá Couto, por todo o conhecimento, amizade e profissionalismo transmitido, bem como a excelente orientação dada ao longo do projeto.

Agradeço ainda ao Rui Mané, ao Miguel Silva, ao Samuel Oliveira e ao Ricardo Costa por todo o apoio prestado e material fornecido, essencial à realização deste projeto, e pelas ideias partilhadas.

A toda a equipa da Toyota Caetano Portugal, S.A pela ajuda prestada sempre que era solicitada e por toda a simpatia e esforço realizado.

Aos meus amigos, Francisco, Beatriz e Pedro por todo o apoio incondicional ao longo deste projeto.

À Professora Maria Teresa Pereira, orientadora académica do Instituto Superior de Engenharia do Porto, o meu sincero obrigada por todos os momentos de orientação e indicações valiosas.

Por fim, mas não menos importante, obrigada a toda a minha família que me acompanhou em todo o processo, permitindo que tudo fosse mais fácil.

página propositadamente em branco

RESUMO

Atualmente, devido a um mercado cada vez mais competitivo, o sucesso de uma empresa depende da sua capacidade de adaptação às exigências do mercado. Assim, as empresas procuram cada vez mais integrar as metodologias *Lean* nos seus processos produtivos, de forma a aumentar o nível de eficiências dos seus processos.

A presente dissertação, desenvolvida na unidade fabril Toyota Caetano Portugal, teve como principal objetivo a melhoria do *layout* do armazém de abastecimento à linha de montagem do *Land Cruiser* série 70, utilizando metodologias *Lean*. Nesse sentido, procedeu-se ao levantamento do estado atual do armazém, de forma a identificar as oportunidades de melhoria. Após esta observação foi possível compreender que a disposição do material nas *racks* e o *layout* do armazém eram desadequados principalmente para o processo de *picking*, causando várias deslocações desnecessárias.

Tendo por base a filosofia *Lean* foram apresentadas várias propostas de melhoria para a mitigação dos problemas identificados. Assim, inicialmente, foram elaborados documentos *standard* para os postos de trabalhos logísticos que auxiliaram no estudo realizado para a alteração de *takt time*. Isto é, permitiu compreender se a mão de obra tinha capacidade para a produção de 11 unidades diárias.

De modo que a alteração do *layout* fosse eficiente, foi necessário, primeiro, uma reorganização do material no supermercado da Montagem Final. Como houve alteração de *takt time* e, consequente transferência de material de um supermercado para outro, esta alteração permitiu que fosse apenas necessário a aquisição de 4 *racks* ao invés de 12, resultando numa poupança de 4.460€.

Finalizada esta tarefa, procedeu-se à reorganização das *racks*. A implementação destas duas melhorias originou uma redução significativa das deslocações de *dollies* cheios e a transformação de deslocações com *dollies* em deslocações sem *dollies*. No que concerne ao *picking* dos *dollies* abastecidos pelo *mizusumashi*, obteve-se uma redução de cerca de 29,02% de distância percorrida pelo operador do *picking*. Relativamente aos *dollies* abastecidos sem *mizusumashi*, foi possível transformar 10,40% das deslocações com *dolly* em deslocações sem *dolly*, o que incorre numa redução do nível de risco ergonómico da tarefa.

Quanto ao *layout* da Célula de Pré-Montagens elaborou-se uma reorganização das bancadas de trabalho e das *racks* permitindo que o colaborador executasse todas as tarefas atempadamente, isto é, dentro do *takt time* estipulado (42,5 minutos). À priori da implementação da proposta de melhoria, o colaborador alocado às pré-montagens necessitava de auxílio para a execução das suas tarefas dentro do *takt time*.

PALAVRAS-CHAVE

Layout, *Lean*, Melhoria Contínua, *Picking,* Armazenamento

página propositadamente em branco

ABSTRACT

Currently, due to an increasingly competitive market, the success of a company depends on its ability to adapt to market demands. Thus, companies are increasingly seeking to integrate Lean methodologies in their production processes, to increase the level of efficiency of their processes.

This dissertation, developed in Toyota Caetano Portugal, had as main objective the improvement of the warehouse layout to supply the assembly line of the Land Cruiser 70 series, using Lean methodologies. In this sense, the current state of the warehouse was surveyed, to identify opportunities for improvement. After this observation it was possible to understand that the arrangement of the material on the racks and the warehouse layout was inadequate, especially for the picking process, causing several unnecessary trips.

Based on the Lean philosophy, several improvement proposals were presented to mitigate the problems identified. Thus, initially, standard documents were prepared for the logistical jobs that assisted in the study conducted for the change in takt time. That is, it allowed understanding whether the workforce had the capacity to produce 11 units per day.

For the layout change to be efficient, it was first necessary to reorganize the material in the Final Assembly supermarket. As there was a change in takt time and consequent transfer of material from one supermarket to another, this change allowed the acquisition of only 4 racks instead of 12, resulting in a savings of 4.460€.

Once this task was completed, the racks were reorganized. The implementation of these two improvements resulted in a significant reduction in the number of trips with full dollies and the transformation of trips with dollies into trips without dollies. As far as the picking of dollies supplied by the mizusumashi is concerned, a reduction of about 29,02% in the distance traveled by the picking operator was achieved. Regarding the dollies supplied without mizusumashi, it was possible to transform 10,40% of the trips with dolly into trips without dolly, which reduces the ergonomic risk level of the task.

As for the layout of the pre-assembly cell, the workbenches and racks were reorganized, allowing the employee to perform all tasks on time, i.e., within the stipulated takt time (42,5 minutes). Prior to the implementation of the improvement proposal, the employee allocated to pre-assemblies needed help to perform his tasks within the takt time.

KEYWORDS

Layout, *Lean*, Continuous Improvement, *Picking, Warehousing*

página propositadamente em branco

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS VII

ÍNDICE DE TABELAS IX

LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS XI

1. INTRODUÇÃO 13
   1.1. Enquadramento e pertinência 13
   1.2. Questão e objetivos de investigação 14
   1.3. Opções metodológicas 14
   1.4. Apresentação da empresa 15
   1.5. Estrutura do trabalho 16

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 17
   2.1. Toyota Production System 17
      2.1.1. Just In Time 19
      2.1.2. Jidoka 19
      2.1.3. Kaizen vs Kaikaku 20
      2.1.4. 6S 21
      2.1.5. Standard Work 21
      2.1.6. Gestão Visual 22
      2.1.7. Milkrun 22
      2.1.8. Diagrama de *Ishikawa* 22
   2.2. Armazenagem 23
      2.2.1. Organização do material 24
      2.2.2. Layout 25

3. MÉTODOS E APLICAÇÃO 27
   3.1. Abordagem da empresa Toyota Caetano Portugal, S.A 27
      3.1.1. *Layout* e fluxo do armazém 27
      3.1.2. Disposição do material nos supermercados 34
   3.2. Identificação de problemas na documentação da organização 36
   3.3. Identificação de problemas no armazém 36
      3.3.1. Problemas identificados no *layout* do armazém 37
      3.3.2. Problemas identificados na disposição do material nas racks 40
   3.4. Propostas de Melhoria 43
      3.4.1. Elaboração de documentos 43
      3.4.2. Reorganização da disposição do material nas racks 44
      3.4.3. Reorganização do *layout* da Célula de Pré-Montagens 50
      3.4.4. Proposta de melhoria para o *layout* do armazém 51

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 55
   4.1. Apresentação de resultados 55

4.1.1. Resultados obtidos com a elaboração de documentos 55
4.1.2. Resultados obtidos com a reorganização do material nas racks 55
4.1.3. Resultados obtidos com a alteração do *layout* da Célula de Pré-Montagens 56
4.1.4. Resultados obtidos com a alteração do *layout* do armazém 56
4.2. Discussão de resultados 62

5. CONCLUSÃO 63
5.1. Conclusões finais 63
5.2. Limitações e investigação futura 64

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 67

Apêndice A DIAGRAMA DE *ISHIKAWA* 71

APÊNDICE B DESLOCAÇÕES DO COLABORADOR DO *PICKING* DA MTF PARA *DOLLIES* LADO ESQUERDO PRÉ-IMPLEMENTAÇÃO 72

APÊNDICE C DESLOCAÇÕES DO COLABORADOR DO *PICKING* DA MTF PARA *DOLLIES* LADO ESQUERDO PÓS-IMPLEMENTAÇÃO 75

APÊNDICE D QUESTIONÁRIO 78

ANEXO A ESTUDO DE TEMPOS PARA ALTERAÇÃO DO *TAKT TIME* 79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Casa do *Toyota Production System (Jeffrey K. Liker & Morgan, 2006)* 19
Figura 2 - Comparação do modo de operação entre empilhador e *mizusumashi* (Coimbra, 2009) 22
Figura 3 - Diagrama de *Ishikawa* (Werkema, 1995) 23
Figura 4 - Distribuição do tempo de trabalho de um operador de *picking* (Tompkins et al., 2010) 24
Figura 5 - *Layout* do Armazém *Land Cruiser* série 70 (Fonte: Adaptado de Toyota Caetano Portugal) 28
Figura 6 - Linha de Montagem Chassis (Fonte: Toyota Caetano Portugal) 29
Figura 7 - Linha de Montagem Cabines (Fonte: Toyota Caetano Portugal) 29
Figura 8 - Linha de MTF (Fonte: Toyota Caetano Portugal) 29
Figura 9 - Viagens do *Mizusumashi* (Fonte: Toyota Caetano Portugal) 31
Figura 10 - *Layout* Armazém área de Soldadura (Fonte: Adaptado de Toyota Caetano Portugal).. 32
Figura 11 - Linha de Soldadura *Body* e Linha de Soldadura *Deck* (Fonte: Toyota Caetano Portugal) 33
Figura 12 - Linha de Soldadura *Metal Finish* (Fonte: Toyota Caetano Portugal) 33
Figura 13 - Linha de Soldadura Chassis (Fonte: Toyota Caetano Portugal) 33
Figura 14 - Disposição do material no supermercado dos Chassis (Fonte: Toyota Caetano Portugal) 34
Figura 15 - Disposição do material no supermercado das Cabines (Fonte: O Autor) 35
Figura 16 - Disposição do material no supermercado da MTF (Fonte: O Autor) 35
Figura 17 - Representação da entrada e saída de material nas *racks* (Fonte: O Autor) 35
Figura 18 - Exemplo da disposição do material nos supermercados da Soldadura (Fonte: O Autor) 36
Figura 19 - Rota da 1ª viagem do *mizusumashi* (Fonte: Toyota Caetano Portugal) 37
Figura 20 - Rota da 2ª viagem do *mizusumashi* (Fonte: Toyota Caetano Portugal) 37
Figura 21 - *Dollies* FA1 RH A e TR3 RH A (Fonte: O Autor) 38
Figura 22 - Esquema representativo das deslocações efetuadas para o exemplo apresentado (Fonte: Adaptado de Toyota Caetano Portugal) 39
Figura 23 - Esquema representativo das deslocações efetuadas para os *dollies* abastecidos pelo colaborador do *picking* (Fonte: Adaptado de Toyota Caetano Portugal) 41
Figura 24 - *SWRS dolly* TR3 LH B (*takt time* 47 minutos) (Fonte: O Autor) 43
Figura 25 - Proposta de melhoria para a disposição do material no supermercado da MTF para o posto FA1 (Fonte: O Autor) 44
Figura 26 - Implementação de técnicas de gestão visual nas *racks* do posto FA1 (Fonte: O Autor) 45
Figura 27 - Proposta de melhoria para o armazenamento das óticas (Fonte: O Autor) 46
Figura 28 - Método utilizado nas *racks* do posto OH para a identificação do material específico de cada modelo (Fonte: O Autor) 46
Figura 29 - Disposição dos degraus antes da proposta de melhoria (Fonte: O Autor) 47
Figura 30 - Proposta de melhoria para a disposição dos degraus (Fonte: O Autor) 48
Figura 31 - Proposta de melhoria para a disposição do material no supermercado da MTF para o posto FA4 (Fonte: O Autor) 48
Figura 32 - Método utilizado nas *racks* do posto FA4 para a identificação do material específico de cada modelo (Fonte: O Autor) 49
Figura 33 - Exemplo das *racks* adquiridas (Norrack, 2021) 50

Figura 34 - Organização da Célula de Pré-Montagens Antes e Depois (Fonte: O Autor)..... 50
Figura 35 - Proposta de *layout* para o armazém *Land Cruiser* série 70 (Fonte: O Autor)..... 52
Figura 36 - Proposta de Melhoria Supermercado MTF (Fonte: O Autor) 53
Figura 37 - Comparação de investimentos entre metodologia da empresa e proposta de melhoria (Fonte: O Autor) 56
Figura 38 - Esquema representativo das deslocações efetuadas para o *picking* dos *dollies* abastecidos pelo *mizusumashi* após implementação de melhorias (Fonte: O Autor) 57
Figura 39 - Esquema representativo das deslocações efetuadas para os *dollies* abastecidos pelo colaborador do *picking* após implementação de melhorias (Fonte: O Autor) 59

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Princípios da Toyota Caetano Portugal, S.A (Toyota Caetano Portugal, 2021c) 15
Tabela 2 - Descrição dos 6S 21
Tabela 3 - Legenda da Figura 5 (Fonte: O Autor) 28
Tabela 4 - Legenda da Figura 10 (Fonte: O Autor) 32
Tabela 5 – Pressupostos (Fonte: O Autor) 39
Tabela 6 - Distância percorrida pelo colaborador do *picking* para o exemplo apresentado na Figura 22 (Fonte: O Autor) 39
Tabela 7 - Distância percorrida pelo colaborador do *picking* para o exemplo apresentado na Figura 23 (Fonte: O Autor) 42
Tabela 8 - Tempos de execução das tarefas de cada colaborador para os diferentes *takt times* (Fonte: O Autor) 51
Tabela 9 - Legenda da Figura 35 (Fonte: O Autor) 52
Tabela 10 - Apresentação da redução de deslocações para o *picking* dos *dollies* do lado direito da linha (Fonte: O Autor) 57
Tabela 11 - Apresentação da redução de deslocações para o *picking* dos *dollies* do lado esquerdo da linha (Fonte: O Autor) 60
Tabela 12 - Apresentação da representação percentual das deslocações do *picking* dos *dollies* do lado esquerdo da linha (Fonte: O Autor) 61

página propositadamente em branco

LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS

Lista de Siglas

FA	Final Assembly
FIFO	First In First Out
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
JIS	Just In Sequence
JIT	Just In Time
LH	Left Hand
MDF	Medium density fiberboard
MF	Metal Finish
MTF	Montagem Final
OH	Over Head
P.Porto	Instituto Politécnico do Porto
QCW	Quality Control Welding
RH	Right Hand
SWRS	Standardised Work Recording Sheet
TPS	Toyota Production System
TR	Trimming
WSS	Work Step Sheet

Lista de Símbolos

€	euro
%	percentagem

página propositadamente em branco

1. INTRODUÇÃO

No presente capítulo será apresentado o enquadramento e pertinência da dissertação, onde é apresentado o problema e as circunstâncias que motivaram o aparecimento deste mesmo e as possíveis alternativas para a sua resolução. De seguida, é apresentada a questão e objetivos de investigação, bem como as opções metodológicas. Por fim, é feita uma breve descrição da empresa Toyota Caetano Portugal, S.A. e apresentada a estrutura do trabalho.

1.1. Enquadramento e pertinência

Devido ao desenvolvimento constante e acelerado do processo de globalização económica, o mercado mundial relacionado com a produção de bens tem passado por mudanças significativas, tornando-se mais exigente em aspetos que possam agregar valor aos produtos. Deste modo, eleva-se o patamar da competitividade, fazendo com que as empresas se focalizem na satisfação do cliente, motivando-as para a prática de melhoria contínua dos seus processos, para a eliminação de desperdícios e para a qualidade dos seus produtos e serviços (Dionísio, 2013).

A logística tem funções essenciais no ambiente comercial, empresarial e económico. Anteriormente considerava-se que a logística desempenhava um papel secundário, atualmente considera-se uma área importante para o sucesso das organizações como fonte essencial de vantagem competitiva (Pereira et al., 2019). De acordo com Oriotote *et al.* (2017), movimentação e armazenagem de materiais podem representar 50% dos custos e consumir até 80% do tempo total necessário para a produção de um bem. Analisando o processo de armazenagem por si só pode-se concluir que não agrega valor, no entanto, auxilia todo o sistema logístico a fazê-lo, essencialmente ao colocar o produto à disposição do cliente (Pereira et al., 2019).

O projeto de estágio é realizado na empresa Toyota Caetano Portugal, S.A e como tal, esta rege-se pelos princípios do *Toyota Production System* (TPS) que trata a gestão de desperdícios na empresa. O TPS tem como objetivo a eliminação de desperdícios, como transporte, *stock*, movimentos desnecessários dos colaboradores, esperas, excesso de produção ou produção antecipada, excesso de processamento e defeitos (Kumar et al., 2020).

Com base no que é apresentado anteriormente, identificou-se que o *layout* da organização em estudo não permite a total satisfação de um dos seus clientes internos, a linha de MTF. Isto é, a organização do espaço faz com que o colaborador de *picking* da MTF, ao fim de algumas horas, fique cansado, uma vez que faz várias deslocações ao longo do dia. Assim sendo, a probabilidade de erro na atividade de *picking*, aumenta, o que faz com que nestas situações, o material tenha que ser retirado de linha para que este seja substituído.

Este problema pode ser resolvido através da melhoria de *layout* com o objetivo de reduzir as deslocações dos colaboradores de *picking*. Por outro lado, a melhoria da disposição do material nas *racks* poderá contribuir, também, para a redução das deslocações.

A resolução deste problema, para além da diminuição das deslocações, terá outros impactos positivos, tais como: diminuição da fadiga muscular, economia de espaço, redução de tempos, diminuição da probabilidade de erro.

1.2. Questão e objetivos de investigação

Considerando o problema de investigação apresentado, e a solução que para ele se preconiza, enuncia-se a seguinte questão de investigação: De que forma a alteração do *layout* do armazém poderá contribuir para a melhoria do abastecimento à linha de montagem do *Land Cruiser* série 70?

Para responder à questão de investigação, define-se o seguinte objetivo geral: melhorar o abastecimento à linha de montagem do *Land Cruiser* série 70.

Para a concretização do objetivo geral, estabeleceram-se os seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver uma base teórica para a sustentação do problema descrito;
- Identificar as atividades da logística dedicadas ao abastecimento dos postos de trabalho das secções Cabines e Montagem Final;
- Recolher tempos das atividades de *picking* e abastecimento;
- Desenvolver documentos *Standardised Work*;
- Analisar a disposição do material nas *racks*;
- Analisar o *layout* do armazém;
- Desenvolver uma proposta de *layout*;
- Identificar os ganhos da proposta desenvolvida;
- Implementar a solução desenvolvida.

1.3. Opções metodológicas

O presente projeto é um caso de estudo particular de uma empresa específica que apresenta necessidades de melhoria. Assim sendo, foi definida uma metodologia de investigação dividida em cinco fases principais.

- Fase I – Conhecimento da abordagem da empresa em estudo

Nesta fase foi realizada uma formação de uma semana com o objetivo de compreender todo o funcionamento organizacional da empresa. Esta formação permitiu a aquisição dos conceitos práticos das atividades de logística interna. No fim desta formação foi delineado os objetivos juntamente com os tutores, de forma a direcionar todas as tarefas para o propósito do estágio.

- Fase II – Revisão bibliográfica

Levantamento de conteúdo relacionado com os conceitos apresentados no decorrer de todo o projeto. Esta fase permitiu a aquisição de conhecimento teórico, de forma a compreender como as ferramentas de melhoria contínua podem ser aplicadas no ambiente empresarial.

- Fase III – Análise do estado atual do armazém e identificação de oportunidades de melhoria

Levantamento do estado atual do armazém, com vista a interpretar as atividades de cada posto de trabalho, bem como estes se interagem entre si. Após esta análise, foi possível a identificação de oportunidades de melhoria relativamente ao *layout* e abastecimento à linha do *Land Cruiser* série 70. Recorreu-se a filmagens e observação do posto de trabalho ao longo de várias semanas, bem como o registo dos relatos dos colaboradores relativamente aos aspetos mais críticos.

- Fase IV – Propostas de melhoria

Após a identificação das oportunidades de melhoria, passou-se para a apresentação de propostas de melhoria com o objetivo de melhorar o processo de *picking*, bem como abastecimento à linha de montagem.

- Fase V – Apresentação de resultados e trabalhos futuros

Por fim, são apresentados os resultados das propostas de melhoria, bem como as limitações sentidas ao longo do projeto. Ainda nesta fase são apresentados os trabalhos futuros com vista a melhoria contínua.

1.4. Apresentação da empresa

Salvador Fernandes Caetano, em 1946, cofundou a empresa Martins & Caetano & Irmão, Lda, a fábrica de carroçarias de autocarros que posteriormente deu origem à Salvador Caetano. Nos dias de hoje, ainda está presente a atividade das carroçarias no grupo através da *CaetanoBus*. A designação da empresa mudou de Salvador Caetano IMVT – S.A para Toyota Caetano Portugal – S.A, em 2006 (Toyota Caetano Portugal, 2021a).

A Fábrica da Toyota Caetano Portugal, situada em Ovar, produziu, ao longo de vários anos, alguns dos modelos mais conhecidos da marca, como o *Corolla*, o *Corona*, o *Starlet*, o *Land Cruiser*, a *Hilux*, entre outros. Desde 1971, esta unidade fabril abasteceu o mercado nacional, bem como 16 mercados de exportação como França, Reino Unido, Espanha, Holanda, Bélgica, Dinamarca, Irlanda, Alemanha, Noruega, entre outros (Toyota Caetano Portugal, 2021b).

Atualmente, esta fábrica conta com a dedicação de cerca de 200 colaboradores e com uma linha de montagem dedicada à produção do *Toyota Land Cruiser* série 70 que é exportado para o seu único cliente, mercado da África do Sul (Toyota Caetano Portugal, 2021b).

Certificada em Qualidade e Ambiente, de acordo com as normas ISO 9001 e 14001 respetivamente, a organização aposta em processos de melhoria ao longo de toda a sua atividade, levando ao aperfeiçoamento dos seus processos e procedimentos internos.

A Toyota Caetano Portugal, S.A rege-se pelos princípios apresentados na Tabela 1:

Tabela 1 - Princípios da Toyota Caetano Portugal, S.A (Toyota Caetano Portugal, 2021c)

Missão	"Toyota Caetano Portugal terá sempre posicionamento de líder de mercado em todas as áreas em que opera. É uma Empresa estratega que, assentando na preocupação com colaboradores e clientes, será reconhecida como entidade íntegra na relação com o ambiente e comunidade, empenhado na melhoria constante, e na permanente satisfação das necessidades do cliente."
Valores	As pessoas, o respeito pelo ambiente e o crescimento económico são pilares do nosso sucesso. Mantemos a orientação permanente para a satisfação do Cliente. Servimos o maior número de pessoas respeitando a individualidade e dignidade de cada um. Procuramos o crescimento pela eficiência e eficácia da gestão. Desenvolvemos uma cultura empresarial assente em princípios de equidade e justiça, ética e moral.

	Criamos relações duradouras com parceiros a nível nacional e mundial.
Visão	"Toyota Caetano Portugal será uma referência em todas as áreas em que atua pela sua capacidade de inovar, de responder a desafios e pela sua diversificação nos serviços que oferece, na certeza da orientação para o cliente."

Em 2015, a Toyota anunciou o Desafio Ambiental Toyota 2050 que compreende seis desafios que abrangem todos os aspetos da Empresa. São estes: novas viaturas com zero emissões de CO_2, ciclo de vida do produto com zero emissões, zero emissões de CO_2 nas fábricas, minimizar e otimizar a utilização de água, estabelecer um sistema de reciclagem e estabelecer uma sociedade futura em harmonia com a natureza (Toyota Caetano Portugal, 2021d).

1.5. Estrutura do trabalho

O presente relatório está dividido em 5 partes. Inicialmente, no Capítulo 1 é feita uma breve apresentação global da tese. No Capítulo 2 é apresentada a Revisão Bibliográfica dos assuntos mais relevantes da dissertação, tais como: ferramentas *lean*, técnicas de armazenagem e tipos de *layout*. No Capítulo 3 são apresentados os métodos, técnicas e procedimentos aplicados. Os resultados são demonstrados e discutidos no Capítulo 4. Por último, no Capítulo 5, apresentam-se as conclusões finais do trabalho desenvolvido, assim como os resultados obtidos e trabalhos futuros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O presente capítulo pretende fornecer uma revisão bibliográfica sobre tópicos relevantes à dissertação. Primeiramente, será apresentado o TPS, bem como as ferramentas *Lean*. Este sistema foi desenvolvido pela Toyota com o objetivo de minimizar os desperdícios dos vários processos e, consequentemente, os custos. Assim sendo, por se tratar da empresa Toyota Caetano Portugal, S.A, torna-se relevante o estudo deste mesmo. Em seguida, destaca-se o conceito de armazenagem, apresentando técnicas de alocação de material, bem como metodologias adotadas para a elaboração de *layouts*. A alocação de material e *layout* do armazém são aspetos que influenciam diretamente o processo de *picking*, sendo então, essencial o conhecimento das várias metodologias, de modo a alcançar melhorias significativas.

2.1. Toyota Production System

Atualmente, a maioria das organizações já analisou exemplos de casos da Toyota e das empresas do grupo Toyota. Esta é vista como uma das melhores empresas do mundo e na maioria dos casos, as discussões centram-se no tão conhecido *Toyota Production System* (TPS).

A fundação da *Toyota Motor Company* remonta a 1918, quando o empresário Sakichi Toyoda inicia o seu negócio de fiação e tecelagem com base no seu tear automático. Em 1929, Kiichiro negoceia com o maior produtor mundial de equipamentos têxteis, os britânicos da *Platt Bros*, levando o seu filho, Kiichiro, a realizar a sua visão de fabricar automóveis. Anos mais tarde, em 1930 após a morte de Sakichi, Kiichiro com a ajuda da recém-lançada lei de fabricação automotiva japonesa, começa a projetar o seu primeiro automóvel. Após a criação do primeiro protótipo de um automóvel Toyoda, junta-se à equipa de Eiji Toyoda e em 1937 forma-se a *Toyota Motor Company*. No ano de 1943, o engenheiro mecânico Taiichi Ohno que trabalhava até então na Toyoda, junta-se ao negócio automóvel dos Toyoda (Holweg, 2007).

A Segunda Guerra Mundial interrompeu a produção e as dificuldades económicas do pós-guerra resultaram em stocks crescentes de carros não vendidos, levando a dificuldades financeiras para a Toyota. Tal facto, obrigou Kiichiro, presidente da *Toyota Motor Company*, a fazer despedimentos massivos que levou a severas disputas sindicais que forçaram Kiichiro a demitir-se em 1950. Tendo em conta o cenário existente, vêem-se obrigados a produzir, de forma economicamente viável, uma variedade considerável de automóveis em volumes comparativamente baixos, alterando o conceito convencional da produção em massa. Estas mudanças foram revolucionárias, mas necessárias para as circunstâncias económicas da época. Em 1950, Eiji Toyoda realizou uma viagem para visitar e estudar fábricas norte-americanas de automóveis para aprender os novos métodos de trabalho para implementar na fábrica Toyota com o intuito de melhorar a realidade empresarial existente. Nessas visitas, pôde-se observar técnicas de produção em massa, que resultava em produção antecipada, fluxo descontínuo e itens defeituosos. Assim sendo, Taiichi Ohno começa então por dar o impulso crucial para o desenvolvimento do *Toyota Production System* capaz de produzir economicamente grande variedade de produtos em pequenos volumes (Holweg, 2007).

Segundo Womack and Jones (1997), Taiichi Ohno desenvolveu uma lista de 7 tipos de desperdícios encontrados em qualquer processo:

- Transporte - Transporte desnecessário de peças em produção;

- *Stock* – Elevado número de peças para serem concluídas ou produtos acabados em espera para serem enviados;
- Movimento - Movimentos desnecessários dos colaboradores;
- Esperas - Esperas desnecessária para iniciar a próxima etapa.
- Excesso de processamento - processos mal dimensionados ou processos que levam a retrabalho;
- Excesso de produção ou produção antecipada;
- Defeitos no produto.

Além destes 7 desperdícios, Liker (2004) identificou um oitavo desperdício, que se relaciona com o não aproveitamento do potencial humano devido à não utilização das capacidades e experiências dos colaboradores. As possíveis causas para a ocorrência deste desperdício são as práticas de gestão "*top-down*", o receio de perder o poder, políticas de recrutamento deficiente, fraco ou nenhum investimento em formação, pouco envolvimento dos colaboradores.

Lean foi criado pela Toyota e é uma filosofia de gestão bem conhecida e bem estabelecida no ambiente de produção. Esta apoia as empresas nos seus processos para melhorar muitas áreas, incluindo redução dos custos de produção, melhoria da qualidade, maior capacidade de resposta ao reduzir os prazos de entrega e maior flexibilidade (Buer et al., 2018). De acordo com Womack e Jones (1997), a metodologia *Lean* baseia-se em 5 princípios:

1. Especificação de valor;
2. Definição de cadeias de valor;
3. Otimização do fluxo;
4. *Pull System* – fazer com que a produção seja "puxada" pela procura;
5. Gerir no sentido de se alcançar a perfeição.

O sucesso do TPS levou a que as técnicas *Lean* fossem seguidas por uma ampla gama de organizações, incluindo hospitais, instituições financeiras e empresas de construção com o objetivo de melhorar a sua eficiência e produtividade. No entanto, para que seja eficaz, o pensamento *Lean* não pode restringir-se ao chão de fábrica, deve ser alargado à sala dos diretores, aos escritórios de vendas e, de forma clara, ao processo de desenvolvimento de produtos (Jeffrey K. Liker & Morgan, 2006). Para representar a teoria base do TPS, este foi representado através de uma casa, como é possível observar na Figura 1.

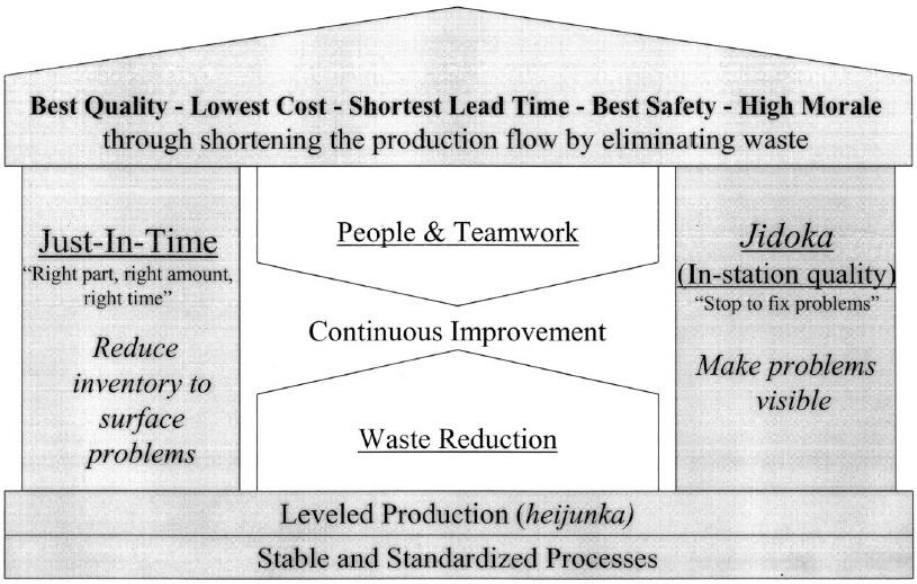


Figura 1 - Casa do *Toyota Production System (Jeffrey K. Liker & Morgan, 2006)*

O TPS é representado através de uma casa, dado que uma casa é um sistema e é tão forte quanto a parte mais fraca do sistema. Isto é, se algum pilar se encontrar fraco, a casa não está estável, mesmo que as outras partes se encontram muito fortes. De seguida, serão apresentadas as ferramentas necessárias para "ser" *Lean*.

2.1.1. Just In Time

Toyoda Kiichiro afirmou que numa indústria abrangente como a fabricação de automóveis, a melhor forma de trabalhar seria ter todas as peças necessárias para montagem, no bordo de linha no tempo exato para o seu uso. Assim, surgiu a ideia de *Just in Time* (JIT), que significa que o material é entregue na hora certa, na quantidade certa e no lugar certo, com base na procura concreta do cliente, possibilitando assim a eliminação de desperdícios, desníveis e melhora a eficiência. O *Just in Sequence* (JIS) constitui uma etapa adicional, que além dos requisitos do JIT, o fornecedor deve garantir que a sequência de entregas é executada de acordo com a solicitação do cliente. Esta ferramenta permite a redução do tempo de espera, diminuição do *stock* e os requisitos de espaço, minimização da movimentação de materiais e os esforços de manuseio e aumenta a transparência de todo o processo envolvido (Silva & Ferreira, 2016, p. 339).

2.1.2. Jidoka

O *Jidoka* surge como sendo um pilar que sustenta a casa do TPS. Este conceito japonês surgiu pelas mãos de Sakichi Toyoda e quer dizer automação inteligente ou automação autónoma. O objetivo deste método é criar ciclos de controlo curtos e independentes que monitorizem o processo de fabricação, a fim de detetar defeitos na sua origem e evitar a disseminação de produtos defeituosos (Deuse et al., 2020).

O tear motorizado desenvolvido por Sakichi foi o primeiro mecanismo que materializa a definição anteriormente apresentada, uma vez que continha um sistema que parava a máquina imediatamente quando uma linha horizontal ou vertical se rompia (K.Nishimoto, 2020).

Este conceito estende-se além do contexto dos equipamentos, isto é, o operador tem a autonomia de parar o processo produtivo ao mais pequeno sinal de anomalia. Nestes casos, os colaboradores necessitam de sinalização para que a ajuda chegue ao local. Assim sendo, este processo iniciou-se com o colaborador a puxar uma corda e automaticamente um *andon* (ajuda visual que destaca quando é necessária alguma ação) se acendia, um som tocava e um líder de equipa ou líder de grupo era chamado ao local para intervir, não nas horas seguintes, mas nos segundos seguintes. Ao parar a linha de produção para problemas, o problema é contido na área, e deste modo, evita-se que algum defeito chegue até ao cliente (Jeffrey K. Liker & Morgan, 2006). Além disso, este processo permite o controlo de qualidade dos produtos, reduzindo os desperdícios e assegurando que tudo é bem feito à primeira.

Assim, o *Jidoka* pode ser dividido sucintamente em algumas etapas:

1. Detetar o problema;
2. Parar o processo;
3. Restaurar o processo para a função adequada;
4. Investigar a causa do problema;
5. Implementar contramedidas.

Segundo Grout e Toussaint (2010), parar uma linha de montagem é muito caro e por esse motivo, normalmente é evitado. Inicialmente, opta-se por dar autonomia aos colaboradores para parar o processo nas linhas onde apresentam menor produção. No entanto, como as paragens levam à resolução de problemas, ao fim de algum tempo, a linha terá menos interrupções e melhor qualidade em comparação com linhas em que os colaboradores não têm autonomia para parar a linha.

2.1.3. Kaizen vs Kaikaku

Kaizen assume-se como sendo a combinação de duas palavras japonesas, "*Kai*", que significa mudar e "*Zen*", que significa melhor. Assim sendo, *Kaizen* significa "Mudar para melhor", sendo este conceito traduzido para "Melhoria Contínua", isto é, existe uma evolução gradual, algo que acontece todos os dias de forma constante. Por outro lado, a mudança poderá acontecer de forma brusca e irregular (*Kaikaku*). Como exemplo de *Kaikaku* tem-se a mudança de *layout* numa área de trabalho e como exemplo de *Kaizen* tem-se a mudança cultural. A mudança de *layout* ou a introdução de um novo método ou documento não pode acontecer de forma contínua e dispersa no tempo, uma vez que continua a prejudicar o desempenho da empresa. Assim sendo, é importante a aplicação do *Kaikaku*. No que diz respeito à mudança cultural, isto é, adoção de uma cultura de qualidade e de excelência, esta não deve acontecer de uma forma brusca, pois requer tempo e habituação por parte dos colaboradores, devendo acontecer de forma contínua (Pinto, 2014).

Para a implementação da ferramenta *Kaizen* ou *Kaikaku* é necessário a aplicação do Ciclo PDCA ou Ciclo de Deming que engloba os seguintes passos (Rother, 2010):

- ***Plan*** – Definir as metas e os métodos que permitirão atingi-las. Estudar toda a informação de forma a compreender todas as causas do(s) problema(s);

- ***Do*** – Implementar ações de melhoria tendo em conta o que foi analisado;
- ***Check*** – Analisar os dados obtidos com a implementação das ações de melhoria. Nesta fase são descobertas novas oportunidades de melhoria.
- ***Act*** – Tomar medidas com base nos resultados obtidos. Se a mudança não funcionou, repetir o ciclo com uma solução diferente. Se a mudança foi positiva, avançar com a identificação de melhorias adicionais e começar o ciclo de novo.

2.1.4. 6S

A metodologia 6S é uma ferramenta *Lean*, tendo como objetivo sistematizar as atividades de arrumação, organização, limpeza e segurança de postos de trabalho. A letra S representa a inicial de 5 palavras japonesas, sendo estas *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*. Recentemente, foi adicionado o sexto S, sendo ele denominado por *Safety*. O significado de cada S é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Descrição dos 6S

S	Descrição
Seiri	*Seiri* significa arrumação e consiste na triagem dos objetos necessários e desnecessários no posto de trabalho (Singh et al., 2021).
Seiton	*Seiton* significa ordenação, ou seja, trata da disposição adequada de equipamentos e ferramentas no posto de trabalho. O principal objetivo é a formação de um ambiente de trabalho regular, evitando perda de tempo na procura do material (Singh et al., 2021).
Seiso	*Seiso* significa limpeza do posto de trabalho, ou seja, criar um local de trabalho onde não exista lixo nem sujidade. Este S é essencial porque lixo e sujidade são fonte de desordem, indisciplina, ineficiência, produção deficiente e acidentes de trabalho (Singh et al., 2021).
Seiketsu	*Seiketsu* significa normalização e tem como objetivo a definição de normas para que todos os colaboradores possam efetuar as tarefas da mesma forma, assegurando um ambiente de trabalho seguro e agradável (Singh et al., 2021).
Shitsuke	*Shitsuke* significa disciplina, ou seja, ser capaz de fazer corretamente e conforme o que foi decidido e manter constantemente a vontade de fazer melhor (Singh et al., 2021).
Safety	*Safety* significa segurança, ou seja, todos os postos de trabalho devem ter todos os equipamentos de segurança necessários e o uso destes mesmos é obrigatório (Dhounchak, 2017). A implementação deste S nos postos de trabalho é essencial para a diminuição de qualquer tipo de risco, melhorando assim, a segurança e qualidade de saúde dos colaboradores.

2.1.5. Standard Work

Para que seja possível implementar a ferramenta *standard work* é necessário a documentação de todos os métodos e operações envolvidos no processo. Isto fará com que todos sigam os mesmos procedimentos, utilizem as mesmas ferramentas da mesma forma e saibam o que fazer quando se deparam com diversas situações. Esta ferramenta é utilizada para garantir a estabilidade do processo, de modo que as operações sejam realizadas sempre de acordo com uma sequência estabelecida e da mesma forma, dentro de um determinado período de tempo. Assim, permitirá a redução de desperdício, alcançando, deste modo, maior produtividade e melhor qualidade (Silva & Ferreira, 2016, p. 202).

2.1.6. Gestão Visual

Gestão visual, tambem referida como controlo visual, é um processo para apoiar o aumento da eficiência e eficácia das operações, tornando as coisas visíveis, lógicas e intuitivas. De acordo com Galsworth (2004), um local de trabalho visual é um ambiente de trabalho ordenado, explicativo, regulado e melhorado, onde o que deve acontecer acontece na hora certa, todas as vezes, por meio de dispositivos visuais. É a base de várias outras ferramentas *lean*, como 5S e *standard work*. Consiste na utilização de meios de comunicação rápidos e intuitivos, sem a utilização de elevado número de palavras e voz. Existem vários sistemas de gestão visual como quadros informativos, delimitações de espaço e instruções de trabalho. O objetivo é permitir que os trabalhadores sejam capazes de gerir o seu próprio posto de trabalho, reduzindo erros e outras formas de desperdício.

2.1.7. Milkrun

Mizusumashi é uma ferramenta *Lean* definida por "rota programada para transporte de material", proporcionando um abastecimento de materiais rápido, flexível e eficiente. Nos Estados Unidos, no mercado de leite, esse conceito foi denominado de "*milkrun*", que consistia em definir rotas de entrega do leite, deixando as garrafas cheias e recolhendo as vazias. Em ciclos de tempo pré-determinados, e seguindo circuitos pré-definidos, o comboio logístico abastece a linha de produção. A ferramenta *milkrun* num sistema de produção requer o uso de *kanbans*, cartões físicos usados para sinalizar quando um processo posterior requer mais material e atua como uma ordem de reabastecimento para o processo a montante (Silva & Ferreira, 2016, p. 174).

O funcionamento do *mizusumashi* difere de um operador logístico comum que recorre a empilhadores e carros de transporte. Geralmente, os empilhadores têm sempre que regressar ao ponto de partida para realizar a próxima entrega. A Figura 2 apresenta a comparação destes dois meios de entrega.

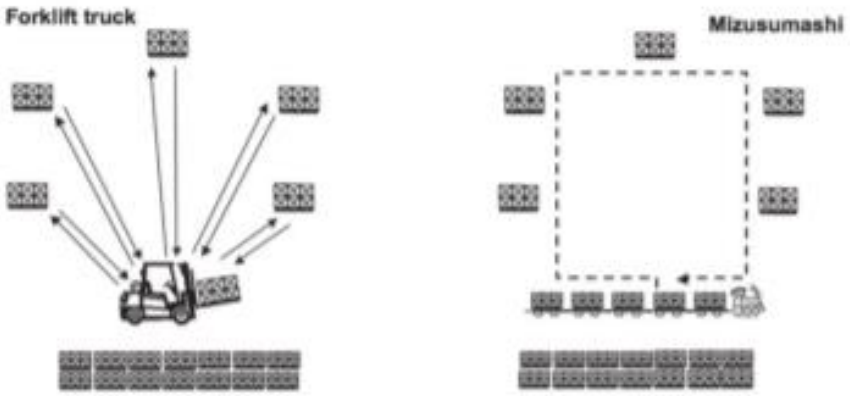


Figura 2 - Comparação do modo de operação entre empilhador e *mizusumashi* (Coimbra, 2009)

2.1.8. Diagrama de *Ishikawa*

Diagrama de *Ishikawa*, muitas vezes designado por diagrama de causa-efeito ou espinha de peixe, é uma ferramenta utilizada em ambientes industriais para identificar os parâmetros do processo que afetam a qualidade dos produtos e processos (Chokkalingam et al., 2020). Segundo Gartlehner et al. (2017), o diagrama de *Ishikawa* é, também, uma ferramenta eficaz para verificar

sistematicamente e apresentar os resultados. O diagrama está organizado em seis categorias diferentes, os “6 M”, sendo eles Mão-de-Obra, Máquina, Método, Matéria-Prima, Medida e Meio Ambiente (Werkema, 1995). A Figura 3 ilustra o Diagrama de *Ishikawa*.

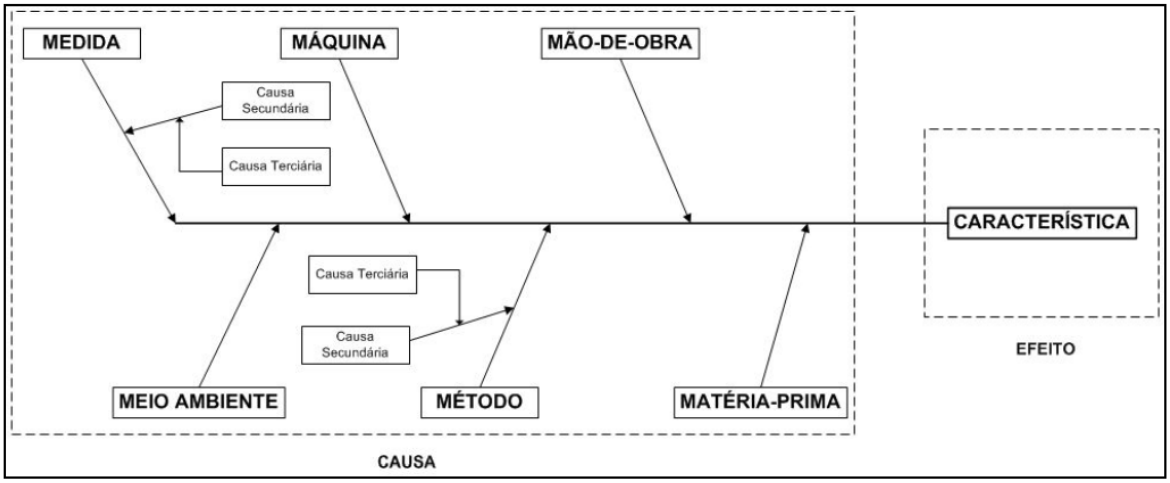


Figura 3 - Diagrama de *Ishikawa* (Werkema, 1995)

O diagrama de causa-efeito pode ser alterado para atender às necessidades e peculiaridades de cada atividade a ser analisada. Os responsáveis devem estipular quais as causas macro para, de seguida, analisá-las cuidadosamente com o objetivo de eliminar ou minimizar o impacto do problema.

2.2. Armazenagem

Nos EUA foi realizada por Establish e Herbert Davis, uma pesquisa sobre custos de logística que indica que o transporte de materiais é o elemento mais importante, representando cerca de 49% dos custos, seguindo-se a armazenagem com 23%, custos de manutenção de *stock* com 22%, atendimento ao cliente com 4% e administração 2% (Rushton, A., Croucher, P. and Baker, 2014).

A utilização de armazéns de *stock* e a movimentação de materiais não são atividades que acrescentam valor ao produto. No entanto, estas operações desempenham um papel importante na eficiência da produção, na satisfação final do cliente e no cumprimento da proposta de valor da empresa (Gu et al., 2007). Assim, as empresas que não possuem um bom sistema de logística interna estão suscetíveis de perderem a sua colocação no mercado, devido à avaliação realizada pelos clientes sobre os serviços prestados (Pimenta & Braga, 2009).

A operação principal do armazém envolve a armazenagem de mercadorias, proteção de mercadorias, risco, financiamento, processamento, classificação e transporte (Pandian, 2019). Devem-se tomar cuidados quanto ao local, à ocupação e posição de cada material, de modo a preservar os materiais, além de facilitar a limpeza e a segurança. Os principais objetivos de uma eficiente armazenagem são a melhor utilização dos espaços, eficiente utilização da mão de obra, fácil acesso aos produtos, máxima proteção dos materiais e boa qualidade de armazenagem e movimentação eficiente (Moura, 2005).

Para que os objetivos sejam cumpridos é essencial a adequada organização do material e para tal é essencial conhecer os vários métodos de alocação que serão apresentados neste relatório. Por

outro lado, a correta conceção do *layout* é uma das principais componentes para a redução de desperdícios, nomeadamente deslocações desnecessárias.

2.2.1. Organização do material

A estratégia de armazenamento é essencial para o bom funcionamento das atividades de um armazém. O *picking* é a operação mais importante, onde o seu desempenho é diretamente influenciado pela organização do material no armazém. Assim, Tompkins (2010) apresenta um estudo relativamente os pesos dos tempos das atividades de picking no armazém. Estes resultados são apresentados na Figura 4.

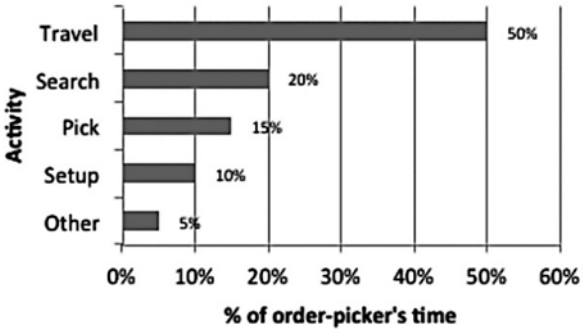


Figura 4 - Distribuição do tempo de trabalho de um operador de *picking* (Tompkins et al., 2010)

De acordo com os dados apresentados, o autor conclui que 50% do tempo de trabalho de um operador de *picking* corresponde ao seu deslocamento. Assim, a primeira atividade candidata à melhoria contínua é a distância percorrida pelo colaborador. De seguida, a procura pelo material é igualmente um fator que representa uma percentagem considerável do tempo total, cerca de 20%. Por se tratar de duas atividades que não acrescentam valor ao material, é necessário um foco reforçado para a sua minimização. É neste âmbito que a organização do material em armazém se torna crucial para a atividade de *picking*.

Existem várias formas de alocar os produtos nas áreas de *picking* e de reserva. Tipicamente existem cinco métodos de alocação de material: aleatória, fixa, por fornecedor ou cliente, por rotatividade e por família.

- Armazenagem aleatória

Os materiais são alocados nos espaços que se encontram livres e não obedecem a nenhuma regra (Rouwenhorst et al., 2000). Este tipo de armazenagem permite o aproveitamento do espaço, no entanto, tem um impacto negativo nas distâncias percorridas pelo operador do *picking*.

- Armazenagem fixa

A cada material é atribuída uma localização fixa. Uma desvantagem deste método é que uma localização é reservada mesmo para materiais cujo *stock* é maioritariamente nulo. Assim, a eficiência no que diz respeito à utilização do espaço é mais baixa. Por outro lado, com uma estratégia de localização fixa, os colaboradores ficam familiarizados com a localização de cada um dos materiais, facilitando o processo de *picking* (de Koster et al., 2007).

- Armazenagem por fornecedor ou cliente

Esta política é aplicável quando a empresa recebe ou fornece produtos únicos para clientes de elevada importância. Assim, é vantajoso colocar estes produtos em zonas de acesso mais rápido, traduzindo-se em distâncias menores.

- Armazenagem por rotatividade

Armazenagem por rotatividade trata-se de uma política que distribui os produtos pela área de armazenagem de acordo com a sua rotação. Os produtos com maior volume de vendas são colocados em zonas mais acessíveis e próximas da expedição/ produção (de Koster et al., 2007). A estratégia mais utilizada é a classificação ABC, sendo que os artigos são categorizados em *fast*, *medium* ou *slow*, respetivamente (Liebeskind, 2005).

- Armazenagem por família

As estratégias de armazenagem anteriormente apresentadas não abordam possíveis relações entre produtos. Os clientes tendem a encomendar um determinado produto em conjunto com outros. Assim sendo, pode ser vantajoso localizá-los próximos uns dos outros. A armazenagem por família aborda estas relações, e por isso, trata-se de uma política em que aloca os produtos com características semelhantes na mesma região de *picking* (de Koster et al., 2007).

2.2.2. Layout

De acordo com Tomelin e Colmenero (2010), "*layout* de instalações industriais é a definição da disposição de recursos de produção e sua interação num espaço delimitado." A disposição tem como base as dimensões dos recursos e as dimensões necessárias para operação, manutenção, abastecimento de produtos a processar e escoamento de produtos processados. Já a interação considera a passagem de produtos e/ou informações entre recursos, as alternativas de transporte, a prioridade ou importância das interações e os custos. Na definição do *layout* são observadas as distâncias entre recursos e o fluxo de produção com o objetivo de evitar a formação de *bottlenecks* (Tomelin & Colmenero, 2010).

Para o estudo da melhoria de *layout* de uma instalação, Bhawsar e Yadav (2016) definem os seguintes objetivos principais:

- minimizar o tempo total de produção;
- minimizar deslocações;
- melhorar o aproveitamento do espaço físico;
- reduzir o custo de manuseamento de materiais;
- diminuir a quantidade de equipamentos de manuseio de materiais;
- minimizar os investimentos em equipamentos;
- melhorar a segurança e qualidade de trabalho dos colaboradores;

De acordo com Pinto (2010), existem quatro tipo de *layout*, sendo eles:

- *Layout* por produto ou *layout* em linha – os equipamentos e processos são dispostos de acordo com a sequência de fabrico dos produtos ou serviços, com o objetivo de maximizar a utilização dos recursos (por exemplo uma linha de montagem);

- *Layout* por processo ou *layout* funcional – *layout* organizado por secções homogéneas, partilhadas por equipamentos ou pessoas que desempenham funções semelhantes;
- *Layout* celular – os equipamentos são agrupados em diversos grupos, de forma que cada grupo seja capaz de produzir todos os componentes de uma mesma família.
- *Layout* de posição fixa – está associado a projetos em que os recursos se encontram em torno do produto, mantendo-se este estacionário.

3. MÉTODOS E APLICAÇÃO

Todo o projeto foi realizado com base na ferramenta *Kaizen* (melhoria contínua), utilizando, assim, o ciclo PDCA. Assim sendo, no presente capítulo serão apresentadas as duas primeiras fases do ciclo PDCA. De modo a enquadrar todo o projeto, inicialmente, será apresentado o *layout* atual da empresa Toyota Caetano Portugal, S.A, bem como as políticas pela qual o armazém se rege. De seguida, será realizada uma descrição da dinâmica dos processos da logística relacionados com o processo de *unpacking e picking* e, consequentemente como estes interagem entre si. Posteriormente, é apresentada a fase *Plan* do ciclo de *Deming*, com o objetivo de identificar todos os aspetos que proporcionam as elevadas deslocações no processo de *picking*, levando assim à definição de objetivos. Numa sequência natural a esta identificação, surge a fase *Do*, onde são apresentadas e implementadas as propostas de melhoria.

3.1. Abordagem da empresa Toyota Caetano Portugal, S.A

De acordo com o que foi apresentado anteriormente, para propor um novo *layout* do armazém, diversas metodologias podem ser realizadas. A empresa em estudo tem por base metodologias do TPS e como tal é necessário ter como base todos estes aspetos. Assim sendo, é essencial estar familiarizado com o *layout* do armazém para compreender o fluxo de materiais e a dinâmica geral da empresa. Também é importante saber como a organização armazena o material nas *racks* com o objetivo de compreender se o método utilizado é o que mais se adequa à realidade da empresa.

3.1.1. *Layout* e fluxo do armazém

O primeiro passo é observar o *layout* do armazém e compreender como este está organizado. O *layout* do armazém está de acordo com as várias secções da linha de montagem do automóvel *Land Cruiser* série 70. Assim sendo, é essencial compreender a divisão dos materiais pelas várias secções.

Para melhor compreender a dinâmica do armazém, é apresentado o *layout* na Figura 5 que se encontra dividido por cores.

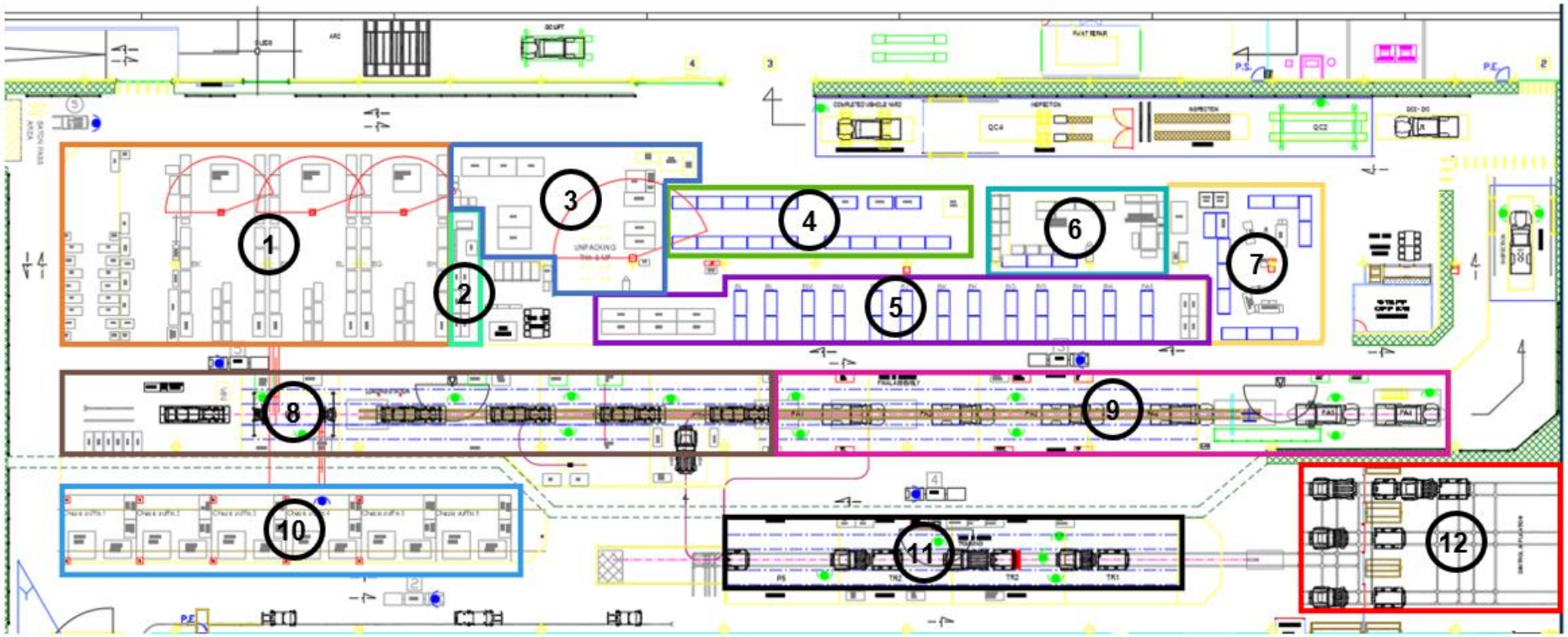


Figura 5 - *Layout* do Armazém *Land Cruiser* série 70 (Fonte: Adaptado de Toyota Caetano Portugal)

Tabela 3 - Legenda da Figura 5 (Fonte: O Autor)

1 – *Unpacking* e supermercado Chassis	5 – Supermercado MTF	9 – Linha de Montagem Final
2 – Célula de Parafusos Chassis	6 – Célula de Parafusos Cabines e MTF	10 – *Unpacking* e supermercado Chassis
3 – *Unpacking* das caixas das Cabines e MTF	7 – Célula de Pré-Montagens	11 – Linha de Montagem das Cabines
4 – Supermercado Cabines e posto FA3	8 – Linha de Montagem do Chassis	12 – Pintura

O armazém está divido em três grupos principais que são eles: Chassis, Cabines e MTF. Ainda dentro desses grupos, há três processos distintos, tais como *unpacking* e armazenagem do material em supermercados, célula de parafusos, *picking* e abastecimento à linha.

Para melhor compreender a dinâmica do armazém, é importante referir que a fábrica produz 6 modelos, sendo eles BL, BM, BJ, BK, BG e BH que se encontram divididos em três motorizações, sendo que os modelos BL e BM são de motorização VD, os modelos BJ e BK de motorização HZ e os modelos BG e BH de motorização GR. Estes modelos são ainda divididos em cabine dupla (BL, BJ e BG) e cabine simples (BM, BK e BH).

Antes de explicar com maior detalhe a Figura 5, é essencial compreender as várias secções de montagem do automóvel *Land Cruiser* série 70. Como é apresentado na Figura 6, é possível identificar na linha do *Chassis*, três postos de trabalho, sendo eles CH1, CH2 e CH3 que estão divididos em lado esquerdo e lado direito.

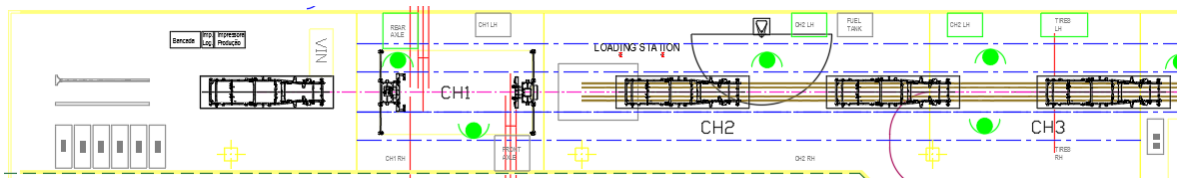


Figura 6 - Linha de Montagem Chassis (Fonte: Toyota Caetano Portugal)

No que diz respeito à linha das Cabines, é possível observar na Figura 7 que é composta por um posto de trabalho, TR3, que se encontra dividido em lado esquerdo, centro e lado direito.

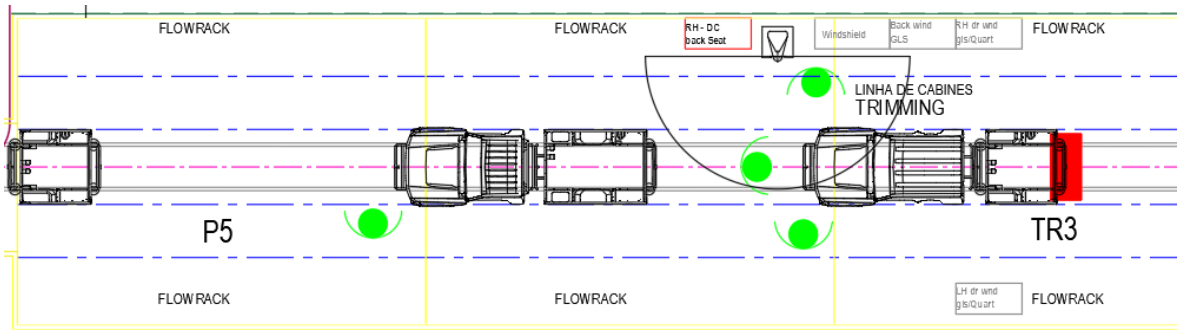


Figura 7 - Linha de Montagem Cabines (Fonte: Toyota Caetano Portugal)

Após a montagem das Cabines e do Chassis, estas duas partes do automóvel acoplam-se logo após o posto de trabalho *Over Head* (OH), primeiro posto da MTF. De acordo com o que é demonstrado na Figura 8, a MTF é ainda, composta por mais cinco postos de trabalho, FA1, FA2, FA3, FA4 e FA5, sendo que também se encontram divididos em lado esquerdo e lado direito. É importante, ainda mencionar que o posto FA2 foi eliminado e passou a ser apenas um posto de passagem.

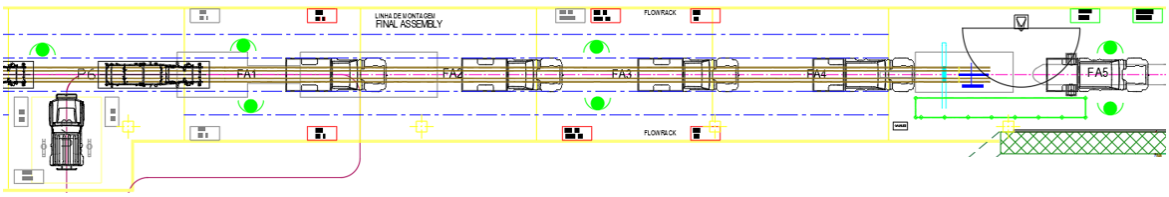


Figura 8 - Linha de MTF (Fonte: Toyota Caetano Portugal)

Depois de compreender os postos de trabalho, é essencial proceder à explicação do fluxo de material do armazém. No armazém, as caixas CKD iniciam o processo de *unpacking* que consiste na abertura das embalagens das várias peças e armazenagem das mesmas em supermercados. O processo seguinte é o de *picking* que tem como finalidade a preparação do material e abastecimento à linha. Relativamente ao grupo Chassis, é possível observar duas áreas de *unpacking* e armazenagem de material, sendo elas identificadas com os números 1 e 10. Ainda nestas áreas é realizado o *picking* e abastecimento à linha de montagem do Chassis (8). Também associado ao grupo do Chassis, é possível identificar a Célula de Parafusos (2) que é abastecida pelo colaborador do processo de *Unpacking* para que o material seja preparado e, posteriormente, recolhido pelos colaboradores do *picking*.

No que diz respeito ao grupo Cabines e MTF, identificou-se que as áreas de *Unpacking*, Célula de Parafusos e Pré-Montagens são comuns aos dois grupos. Assim sendo, os colaboradores do *Unpacking* armazenam material nas áreas 4, 5 e 7, sendo elas dedicadas à armazenagem de material das Cabines, MTF e Pré-Montagens, respetivamente. Também, abastecida pelo colaborador do processo de *Unpacking* é a Célula de Parafusos.

Em cada supermercado (Cabine e MTF) existe um colaborador de *picking*. Relativamente ao supermercado das Cabines, o colaborador faz o *picking* do lado esquerdo e lado direito da linha para que, de seguida, os *dollies* sejam abastecidos à linha pelo *mizusumashi*. Entenda-se por *dolly*, carros onde é colocado o material necessário para a montagem. Adicionalmente, o colaborador realiza o *picking* do lado esquerdo e lado direito de um posto de trabalho da linha de MTF (FA3) que só existe quando entra em linha uma viatura de cabine dupla, ou seja, para viaturas de cabine simples, este posto é apenas de passagem. O abastecimento do *dolly* do lado esquerdo é realizado pelo colaborador do *picking*, uma vez que no corredor junto à linha há circulação de peões e, deste modo, não é possível a circulação do *mizusumashi*. É, ainda, importante referir que os *dollies* das Cabines deixados pelo *mizusumashi* já contêm o material das Pré-Montagens, bem como as caixas da Célula de Parafusos, uma vez que o colaborador do *mizusumashi* realiza o *picking* deste material.

No supermercado da MTF, o colaborador faz o *picking* do lado esquerdo e lado direito da linha, sendo que os *dollies* do lado esquerdo são abastecidos pelo colaborador do *picking* e do lado direito pelo *mizusumashi*. Ao contrário do colaborador do *picking* das Cabines, que não necessita de recolher material das Pré-Montagens, o colaborador do *picking* da MTF necessita de realizar essa tarefa para os *dollies* do lado esquerdo da linha pelo mesmo motivo apresentado anteriormente. No que diz respeito aos parafusos, o colaborador do *picking* recolhe as caixas da Célula de Parafusos tanto para os *dollies* do lado esquerdo como para os *dollies* do lado direito.

Relativamente ao *mizusumashi*, este realiza duas viagens, de modo a possibilitar o abastecimento dos *dollies* à linha apenas no momento em que são necessários. Na Figura 9 são apresentados os *dollies* de cada viagem.

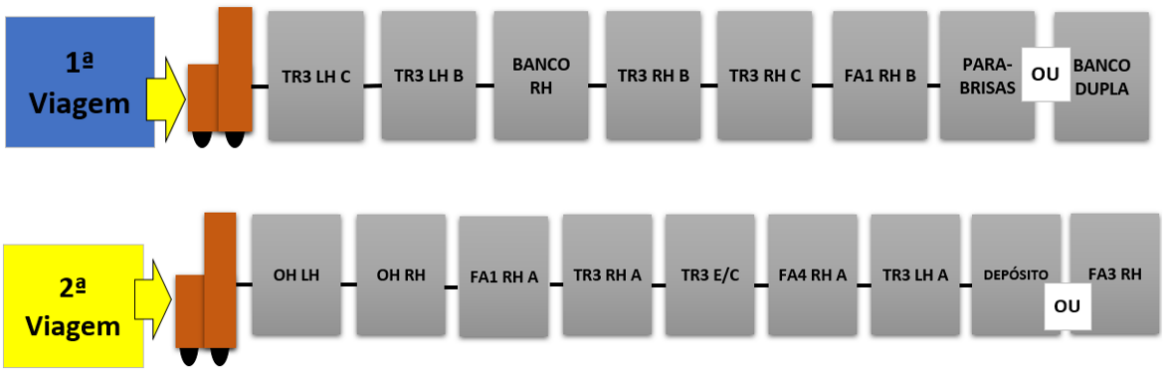


Figura 9 - Viagens do *Mizusumashi* (Fonte: Toyota Caetano Portugal)

É importante referir que o abastecimento à linha é realizado à unidade, ou seja, é utilizada a metodologia *Just in Time* onde só é abastecido o que é necessário, na quantidade certa e no momento em que é preciso. Assim sendo, para que a linha de montagem não sofra nenhuma paragem é necessário que o processo de *picking* trabalhe um *takt time* antes da linha de montagem, que neste caso, são 47 minutos. É necessário que isto aconteça para que o colaborador do *mizusumashi* abasteça os *dollies* atempadamente. No entanto, o processo de *Unpacking* e Célula de Parafusos trabalham ao lote. Este lote é composto por 5 unidades de um determinado modelo. Por este motivo, para que não haja falta de material nos supermercados nem na Célula de Parafusos, é necessário um planeamento diário relativamente aos lotes que devem ser abertos.

Por outro lado, a logística também possui processo de *unpacking* e *picking* do material destinado à soldadura do *Body*, *Deck* e *Chassis*. Na Figura 10 é apresentado o *layout* da zona de soldadura, encontrando-se dividida por cores as várias áreas.

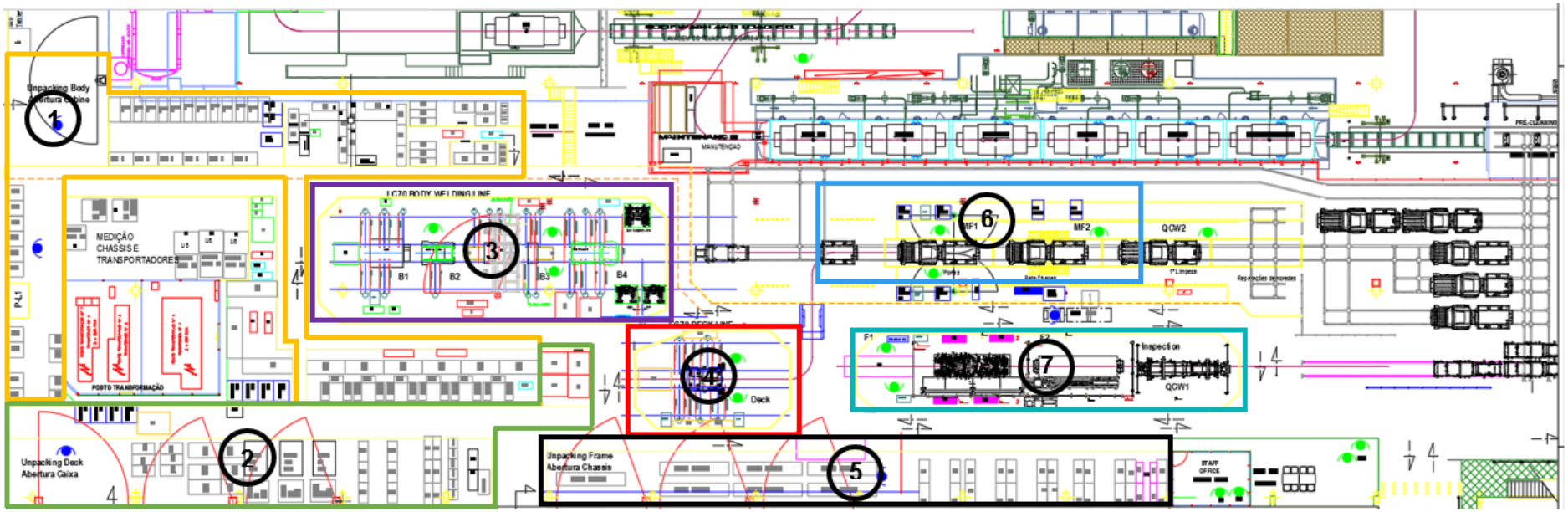


Figura 10 - *Layout* Armazém área de Soldadura (Fonte: Adaptado de Toyota Caetano Portugal)

Tabela 4 - Legenda da Figura 10 (Fonte: O Autor)

1 – *Unpacking* e supermercado *Body*	4 – Linha de Soldadura *Deck*	7 – Linha de Soldadura *Chassis*
2 – *Unpacking* e supermercado *Deck*	5 – *Unpacking* e supermercado *Chassis*	
3 – Linha de Soldadura *Body*	6 – Linha de Soldadura *Metal Finish* (*Body* + *Deck*)	

No que diz respeito à soldadura do *Body* (3) e do *Deck* (4), é possível identificar na Figura 11 que existe quatro postos de trabalho para o *Body*, sendo eles B1, B2, B3 e B4. Para o *Deck* existe apenas um posto de trabalho. Todos eles estão divididos entre lado esquerdo e lado direito.

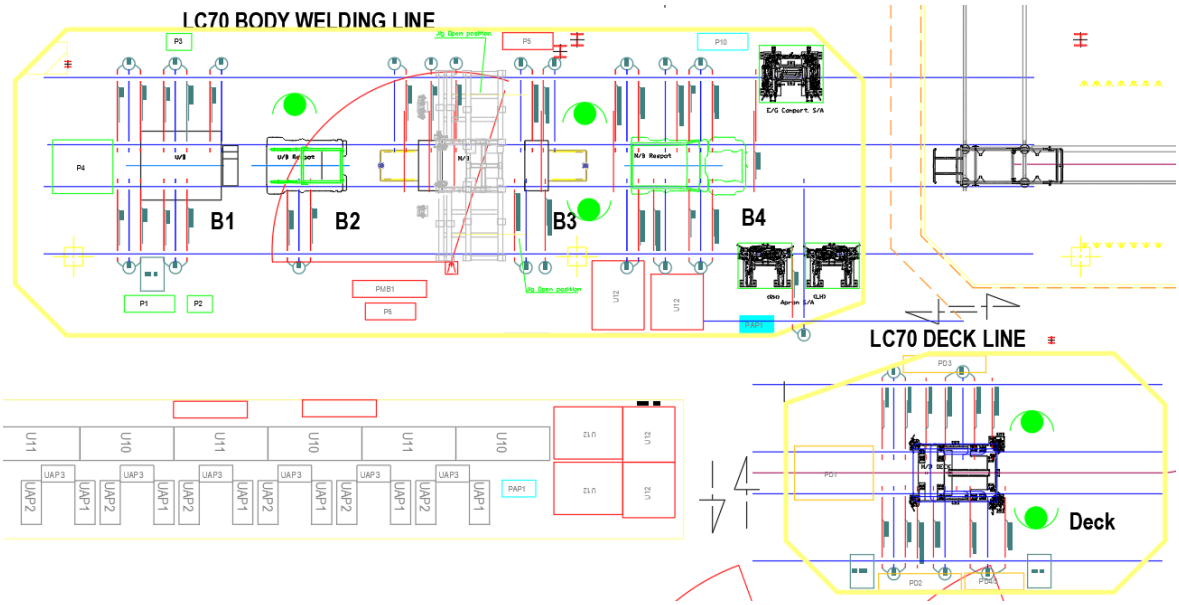


Figura 11 - Linha de Soldadura *Body* e Linha de Soldadura *Deck* (Fonte: Toyota Caetano Portugal)

Após a soldadura do *Body* e do *Deck*, estes são acoplados na linha de soldadura *Metal Finish* (6) que contém três postos, sendo eles MF1, MF2 e QCW2. O posto QCW2 corresponde a um posto de inspeção e limpeza. A Figura 12 apresenta os postos de trabalho mencionados.

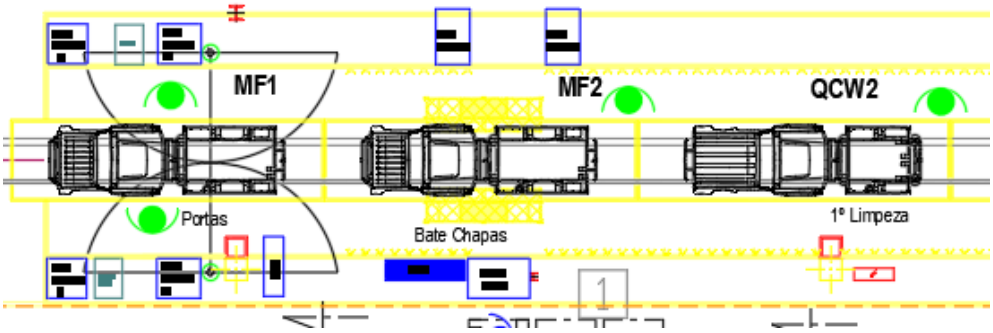


Figura 12 - Linha de Soldadura *Metal Finish* (Fonte: Toyota Caetano Portugal)

Paralelamente à linha de soldadura *Metal Finish*, existe a linha de soldadura *Chassis* (7) com três postos de trabalho, F1, F2 e QCW1, como apresentado na Figura 13. O posto QCW2 corresponde a um posto de inspeção e limpeza.

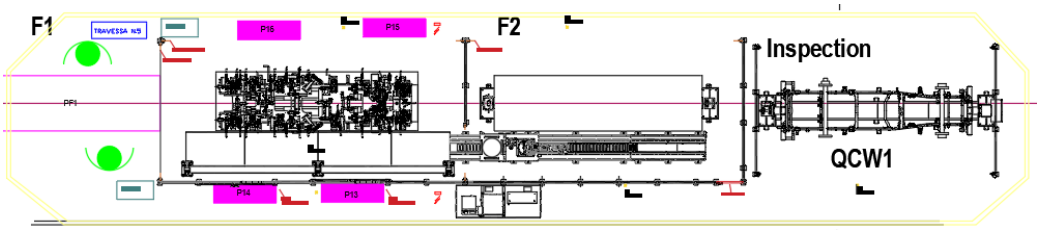


Figura 13 - Linha de Soldadura Chassis (Fonte: Toyota Caetano Portugal)

No que concerne ao fluxo do material na secção da soldadura, este é iniciado, também, pelo processo de *unpacking* e posterior armazenagem dos materiais nos supermercados, sendo eles representados pelos números 1, 2 e 5 na Figura 10. De seguida, inicia-se o processo de *picking* que tem como finalidade a preparação do material e abastecimento à linha. Relativamente ao material do *Chassis* existe um colaborador que efetua a abertura da caixa, armazena o material e faz o *picking* e abastecimento à linha. Já no que diz respeito ao material do *Body* e *Deck*, existem dois colaboradores que realizam a abertura e armazenamento do material e um operador que efetua o *picking* e abastecimento à linha.

3.1.2. Disposição do material nos supermercados

Após compreender todo o fluxo do material do armazém, é importante passar à explicação da organização do material nos supermercados. A Toyota Caetano Portugal, S.A tem por base a gestão visual para que possibilite ao colaborador um raciocínio mais rápido no momento em que realiza as suas tarefas.

No supermercado dos Chassis, as *racks* encontram-se organizadas por modelos, bem como lado esquerdo e lado direito dos diferentes postos de trabalho. A Figura 14 representa a organização das *racks*.

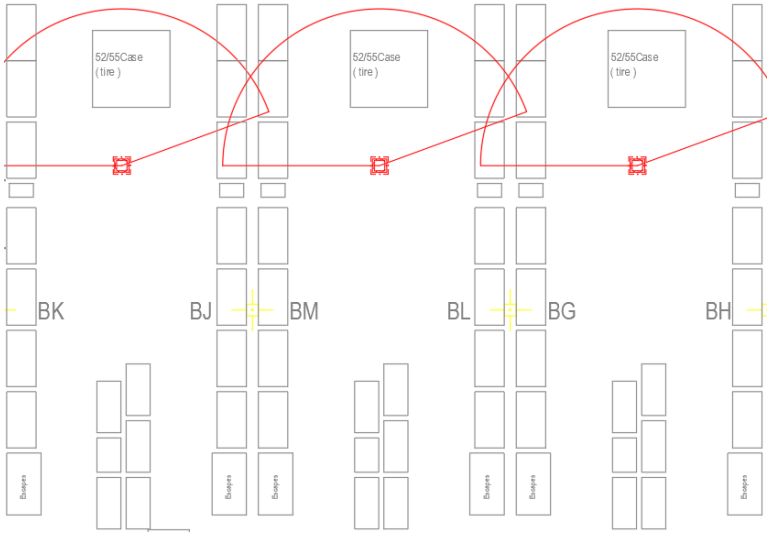


Figura 14 - Disposição do material no supermercado dos Chassis (Fonte: Toyota Caetano Portugal)

Relativamente ao supermercado das Cabines, as *racks* encontram-se organizadas por motorização e por postos de trabalho, tendo em conta os *dollies* de cada posto. Cada *rack* está divida em lado esquerdo e lado direito. Na Figura 15 é demonstrado o estado atual das *racks* desta área.

Motorização HZ (BJ/BK)

TR3 LH C TR3 RH C	TR3 LH C TR3 RH C	TR3 LH B TR3 RH B	TR3 LH A TR3 RH A	TR3 E/C
BK	**BJ**	**BK/BJ**	**BK/BJ**	**BK/BJ**

Vidros	FA3 RH	FA3 LH
	BL/BJ/BG	**BL/BJ/BG**

Motorização VD (BL/BM)

TR3 LH C TR3 RH C	TR3 LH C TR3 RH C	TR3 LH B TR3 RH B	TR3 LH A TR3 RH A	TR3 E/C
BM	**BL**	**BM/BL**	**BM/BL**	**BM/BL**

Motorização GR (BG/BH)

TR3 E/C	TR3 LH A TR3 RH A	TR3 LH B TR3 RH B	TR3 LH C TR3 RH C	TR3 LH C TR3 RH C
BG/BH	**BG/BH**	**BG/BH**	**BG**	**BH**

Figura 15 - Disposição do material no supermercado das Cabines (Fonte: O Autor)

Através da figura anteriormente apresentada é possível verificar que as *racks* TR3 LH C/ TR3 RH C encontram-se divididas por modelos, uma vez que a maioria do material é incomum entre os modelos da mesma motorização. A *rack* dos vidros corresponde ao *dolly* TR3 LH C e TR3 RH C e é comum a todos os sufixos.

No que diz respeito ao supermercado da MTF, estas encontram-se divididas por modelos, bem como por lado esquerdo e lado direito. Nas *racks* de cada modelo, o material está dividido por postos de trabalho, como é possível observar na Figura 16.

FA4	FA4	FA4	FA4	FA4	FA4	FA4	FA4	FA4	FA4	FA4	FA4
FA1 B	FA1 B	FA1 B	FA1 B	FA1 B	FA1 B	FA1 B	FA1 B	FA1 B	FA1 B	FA1 B	FA1 B
FA1 A	FA1 A	FA1 A	FA1 A	FA1 A	FA1 A	FA1 A	FA1 A	FA1 A	FA1 A	FA1 A	FA1 A
OH	OH	OH	OH	OH	OH	OH	OH	OH	OH	OH	OH
BL RH	**BL LH**	**BM RH**	**BM LH**	**BJ RH**	**BJ LH**	**BK RH**	**BK LH**	**BG RH**	**BG LH**	**BH RH**	**BH LH**

Figura 16 - Disposição do material no supermercado da MTF (Fonte: O Autor)

Embora a disposição do material nas *racks* seja diferente, ambas permitem aos colaboradores um raciocínio mais rápido, uma vez que o colaborador só necessita de retirar uma peça de cada referência tendo em conta o *dolly*. É importante referir que todas as peças estão devidamente identificadas com etiquetas e o colaborador possui de listas *picking* de cada *dolly* para os 6 modelos diferentes.

A empresa em estudo tem por base a metodologia FIFO (*First In First Out*) e assim sendo, é necessário garantir o cumprimento desta metodologia. A Figura 17 apresenta como a empresa garante o FIFO.

Figura 17 - Representação da entrada e saída de material nas *racks* (Fonte: O Autor)

De acordo com o que é apresentado na figura anterior, o operador do processo de *Unpacking* armazena o material nas *racks* pelo lado que tem a indicação IN e o colaborador do *picking* retira material pelo lado que tem a indicação OUT. Ainda é possível observar que os colaboradores de armazenagem e *picking* não se cruzam, uma vez que os corredores destinados à entrada de material não são os mesmos que são destinados à saída de material.

Os supermercados da secção de soldadura, à semelhança dos anteriormente apresentados, também se encontram organizados por modelos, dividindo o material entre lado esquerdo e lado direito. A Figura 18 apresenta um exemplo da disposição do material nos supermercados.

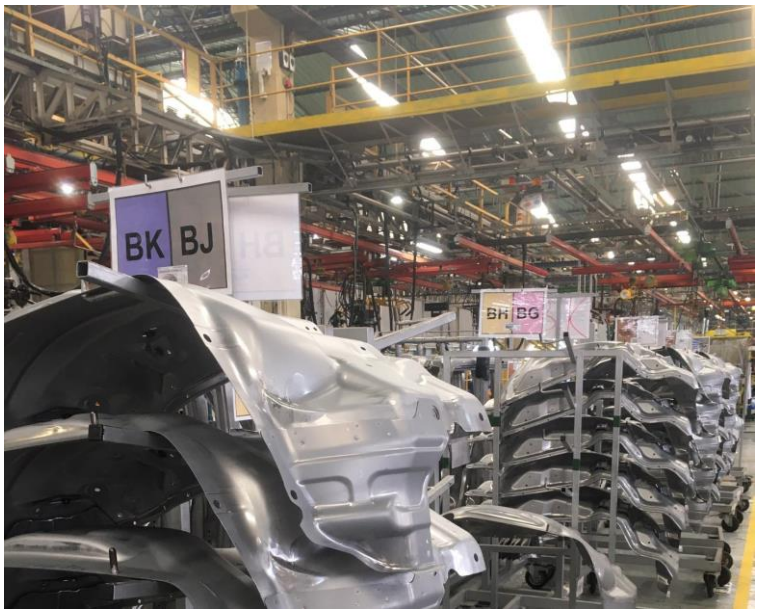


Figura 18 - Exemplo da disposição do material nos supermercados da Soldadura (Fonte: O Autor)

3.2. Identificação de problemas na documentação da organização

Ao longo deste projeto verificou-se que alguns documentos *Standardised Work* não se encontravam elaborados para os postos de trabalho da logística. Apenas se encontravam elaborados os documentos *Work Step Sheet* (WSS) que permitem documentar as tarefas macro de cada colaborador. Assim sendo, torna-se difícil a identificação da forma mais eficaz para o desenvolvimento das tarefas. Isto é, a inexistência de documentos *standard* mais detalhados faz com que os colaboradores optem por métodos muito distintos para a realização das tarefas, sendo que podem optar por métodos pouco eficazes.

3.3. Identificação de problemas no armazém

Com um entendimento claro do funcionamento do armazém da empresa Toyota Caetano Portugal, S.A, é possível passar para a identificação dos problemas do armazém, focando na área de armazenagem do material das Cabines e MTF. Esta identificação permitirá que, posteriormente, sejam propostas ações com o objetivo de melhorar o funcionamento do armazém, bem como aumentar a qualidade de trabalho dos colaboradores.

Este projeto terá como principal foco a área dedicada ao grupo das Cabines e MTF. Assim sendo, será realizada uma análise ao *layout* desta área, bem como à disposição do material nos

supermercados, de forma a compreender as causas dos erros no abastecimento à linha. No APÊNDICE A encontra-se o diagrama de *Ishikawa* elaborado. Nos subcapítulos seguintes serão explicadas detalhadamente as causas do problema.

3.3.1. Problemas identificados no *layout* do armazém

Para melhor identificar os problemas no *layout* do armazém foi necessário observar todas as atividades no chão de fábrica. Por este motivo, verificou-se que o colaborador das pré-montagens não trabalha no mesmo *takt time* que os colaboradores do *picking*. Assim sendo, houve a necessidade de analisar as rotas das viagens do *mizusumashi,* de forma a compreender o motivo deste acontecimento.

Na Figura 19 está representada a primeira rota do *mizusumashi*.

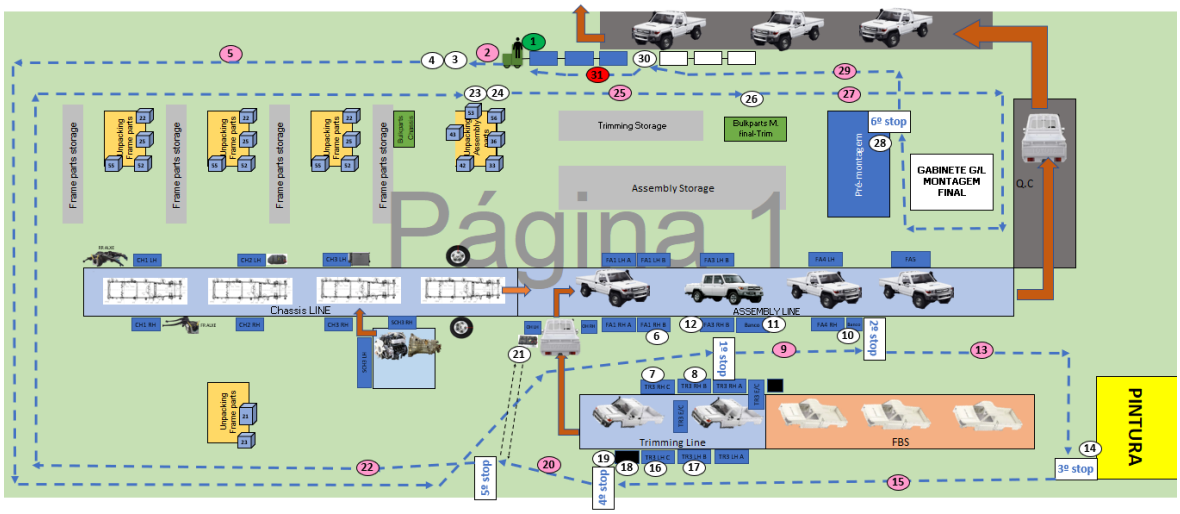


Figura 19 - Rota da 1ª viagem do *mizusumashi* (Fonte: Toyota Caetano Portugal)

Na Figura 20 está representada a segunda rota do *mizusumashi*.

Figura 20 - Rota da 2ª viagem do *mizusumashi* (Fonte: Toyota Caetano Portugal)

De acordo com o que é apresentado nas Figuras 19 e 20, o colaborador do *mizusumashi* antes de deixar o comboio vazio para os colaboradores do *picking*, faz o *picking* das Pré-Montagens. Assim, há a necessidade de o colaborador das pré-montagens trabalhar um *takt time* antes relativamente ao *picking*. Deste modo, os *dollies* chegam aos colaboradores do *picking* com elevado peso, uma vez que o material das pré-montagens é o material com maior peso e dimensão. A longo prazo, estas condições de trabalho causam lesões musculares. Na Figura 21 são apresentados os *dollies* que possuem as pré-montagens com maior peso e volume. Estas encontram-se assinaladas a vermelho.

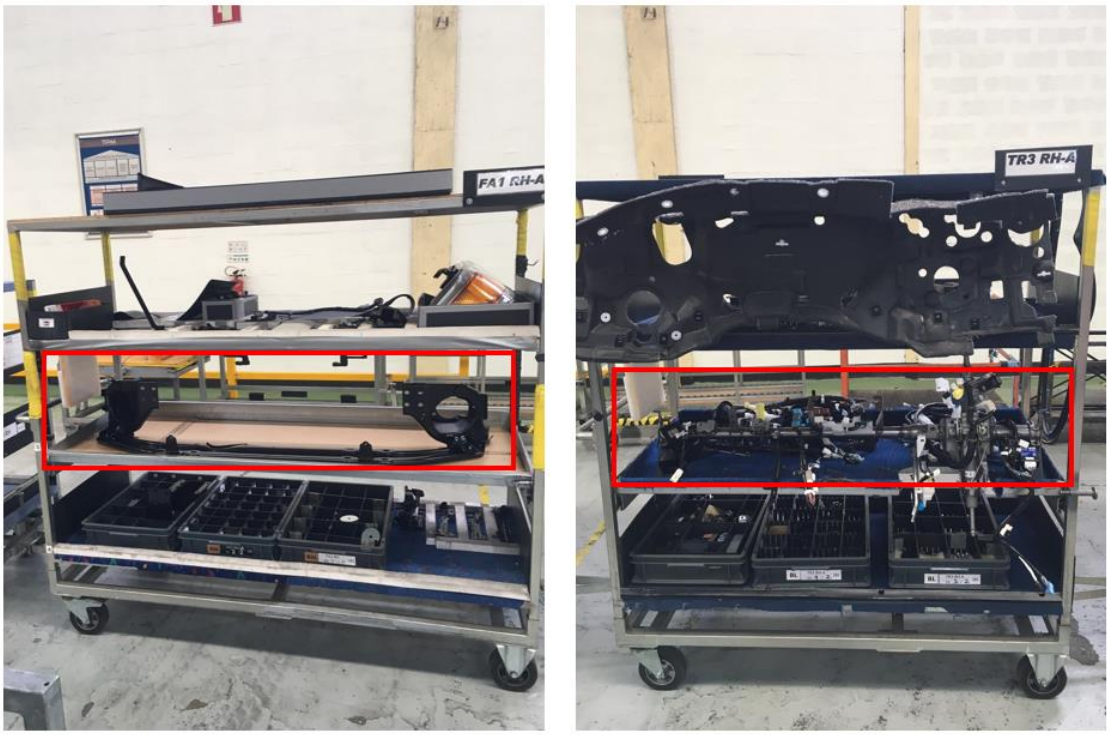


Figura 21 - *Dollies* FA1 RH A e TR3 RH A (Fonte: O Autor)

Por outro lado, nas Figuras 19 e 20, é possível verificar que há cruzamento homem-máquina no momento que o *mizusumashi* contorna o gabinete da MTF.

Por estes motivos é importante que a localização da Célula das Pré-montagens seja alterada, de forma que os aspetos descritos sejam melhorados ou até mesmo eliminados.

Verificou-se, também, que as *racks* da MTF que contém o material correspondente ao lado direito da linha, encontram-se junto à linha de montagem do lado esquerdo, ou seja, afastadas da zona do *mizusumashi*. Esta disposição das *racks* faz com que haja mais deslocações do colaborador do *picking*, uma vez que o colaborador tem que se deslocar com os *dollies* referentes ao lado direito da linha, desde a zona do *mizusumashi* até à zona das *racks* e vice-versa. Para melhor compreender este aspeto, será apresentado um exemplo.

Os pressupostos relativamente ao modelo que se encontra presente em cada posto de trabalho são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Pressupostos (Fonte: O Autor)

1ª Viagem	2ª Viagem
Banco RH (FA4): BL	OH LH: BJ
FA1 RH B: BJ	OH RH: BJ
	FA1 RH A: BJ
	FA4 RH A: BL

Na Figura 22 estão demonstradas as deslocações realizadas para o exemplo apresentado.

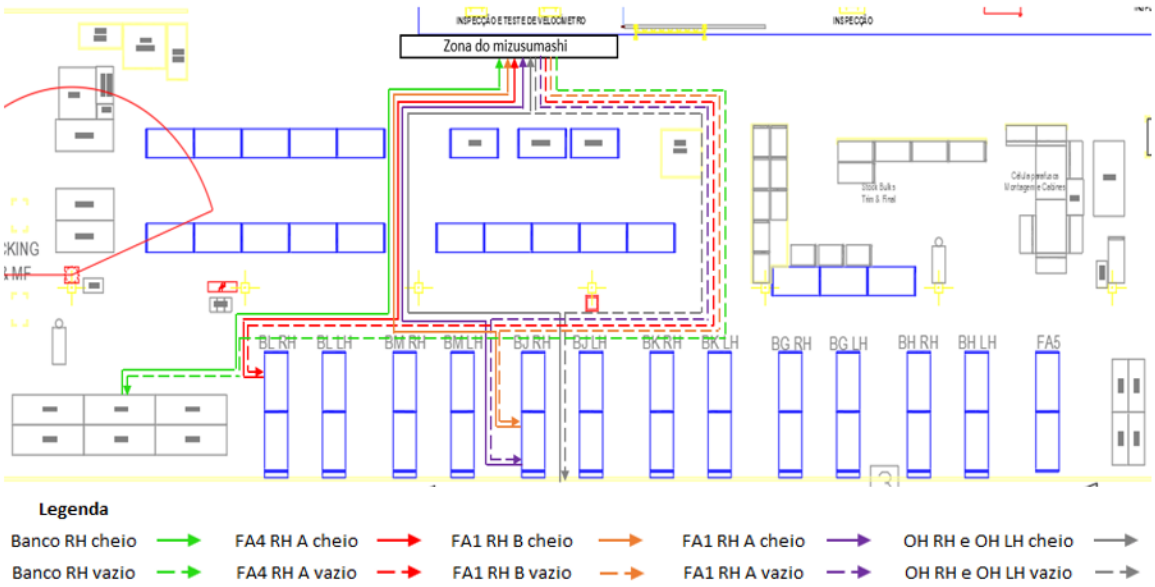


Figura 22 - Esquema representativo das deslocações efetuadas para o exemplo apresentado (Fonte: Adaptado de Toyota Caetano Portugal)

De forma a compreender o esquema é importante relembrar que o colaborador tem que efetuar o *picking* das caixas da Célula de Parafusos para os *dollies* FA4 RH A, FA1 RH B, FA1 RH A, OH RH e OH LH e o *picking* do PXP (*racks* perto da célula de parafusos) para os *dollies* FA1 RH A e FA4 RH A. Estas distâncias não são consideradas no esquema, pois em comparação com as restantes deslocações são muito reduzidas.

Na Tabela 6 são apresentadas as distâncias percorridas pelo colaborador do *picking* para cada *dolly* tendo em conta o esquema representativo da Figura 22.

Tabela 6 - Distância percorrida pelo colaborador do *picking* para o exemplo apresentado na Figura 22 (Fonte: O Autor)

	Distância percorrida (m)
***Dolly* Banco RH**	69,25
***Dolly* FA4 RH A**	59,50
***Dolly* FA1 RH A**	52,28
***Dolly* FA1 RH B**	50,26
***Dollies* OH LH e OH RH**	52,95
Total	284,24

De acordo com os dados observados na Tabela 6, os *dollies* Banco RH e FA4 RH A apresentam maior número de metros no momento em que é realizado o *picking* deles mesmo. Assim, é necessário repensar na disposição das *racks*, pois poderá ser um fator decisivo para a diminuição das deslocações do colaborador do *picking*.

3.3.2. Problemas identificados na disposição do material nas racks

Após identificar que a disposição das *racks* causa várias deslocações ao colaborador do *picking*, verificou-se que a disposição do material nas *racks* também faz com que o colaborador tenha mais deslocações com os *dollies*.

Para melhor compreender o que está descrito anteriormente, será apresentado um esquema. Neste exemplo, nos postos FA1, OH e FA4 estão viaturas BM e no posto FA3 uma viatura BL. De seguida, neste exemplo, é considerada a entrada de uma viatura BJ no posto de trabalho FA1, OH e a viatura BL que se encontra no posto FA3 passa para o posto FA4. Na Figura 23 é apresentado o esquema das deslocações do exemplo descrito.

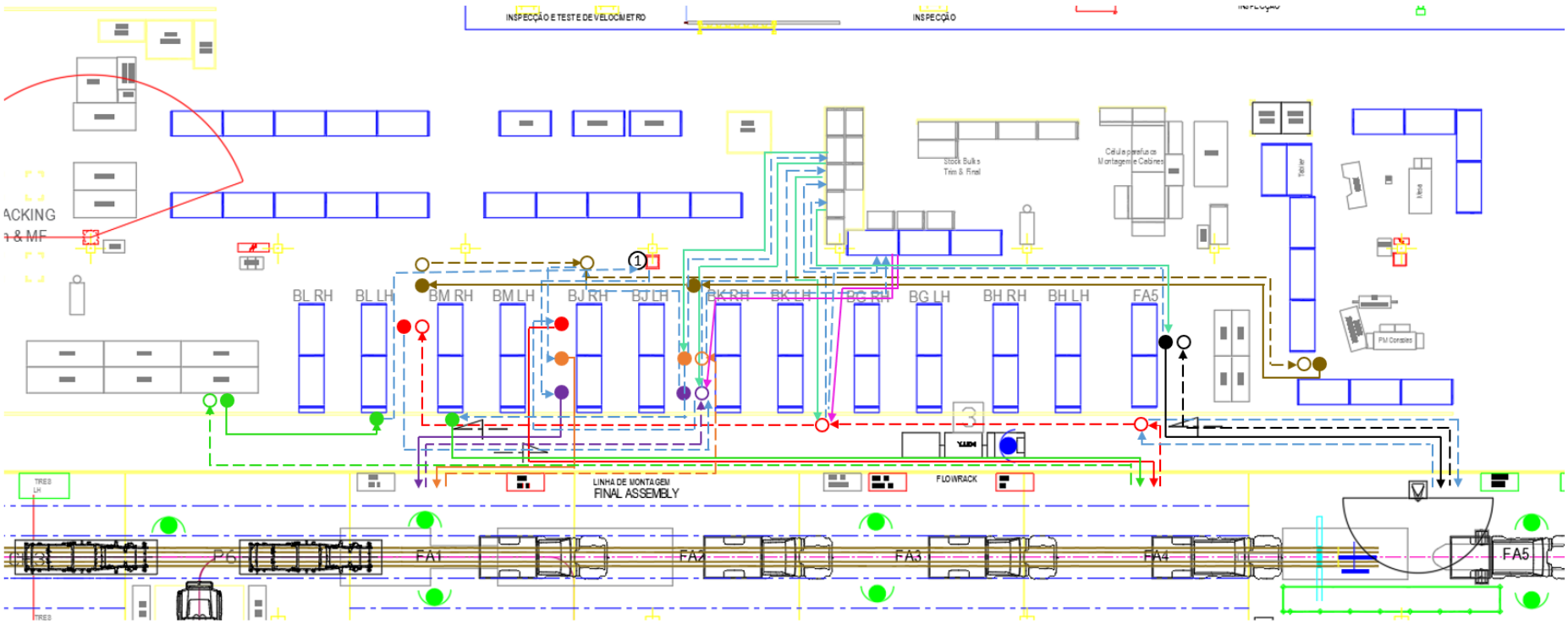


Figura 23 - Esquema representativo das deslocações efetuadas para os *dollies* abastecidos pelo colaborador do *picking* (Fonte: Adaptado de Toyota Caetano Portugal)

No APÊNDICE B é apresentado o esquema representativo, bem como a descrição de todas as tarefas representadas nele mesmo.

Ao analisar a Figura 23 identifica-se várias deslocações com os *dollies*, quer vazios como cheios. Atendendo ao posto de trabalho FA4 LH, é possível observar que o *dolly* preparado para abastecer o posto encontra-se nas *racks* BM LH, tendo o colaborador que se deslocar desde as *racks* BM LH até ao posto FA4 LH. De seguida, como a próxima viatura a entrar no posto é BL, o colaborador desloca-se com o *dolly* vazio desde o posto FA4 LH até às *racks* BL LH. Com este exemplo, pode-se concluir que a disposição do material por modelos cria várias deslocações com os *dollies*, principalmente para os modelos BL e BH, os modelos que se encontram nos extremos. Na Tabela 7 são apresentadas as distâncias percorridas pelo colaborador do *picking* para cada *dolly* tendo em conta o esquema representativo da Figura 23.

Tabela 7 - Distância percorrida pelo colaborador do *picking* para o exemplo apresentado na Figura 23 (Fonte: O Autor)

	Distância percorrida (m)
***Dolly* Banco LH**	75,30
***Dolly* FA4 LH A**	62,87
***Dolly* FA1 LH A**	23,20
***Dolly* FA1 LH B**	24,71
***Dolly* FA5**	31,77
Transportador Pré-Montagens	74,97
Deslocação de material PXP	20,85
Deslocação sem material	193,76
Deslocação das caixas da Célula de Parafusos	55,13
Total	562,56

De acordo com os dados da Tabela 7, concluiu-se que o colaborador caminha sem *dollies* apenas 193,76 metros dos 562,56 metros. Assim sendo, é possível concluir que grande parte da distância percorrida pelo colaborador é com *dollies*, isto é, o colaborador faz várias deslocações que o levam a um maior desgaste físico. É, ainda, importante referir que a linha tem vários metros e deste modo, com a alteração da disposição do material e disposição das *racks*, a redução das deslocações até aos postos de trabalho poderá ser mínima. No entanto, a redução das deslocações com os *dollies* será um fator decisivo para a redução da fadiga muscular e consequentemente, redução da probabilidade de erro.

Por outro lado, o colaborador realiza uma deslocação elevada até à Célula das Pré-montagens para realizar o *picking* de pré-montagens para o posto FA1 e para o posto FA4. Esta elevada deslocação dificilmente será evitada, uma vez que a célula deve localizar-se antes ou depois das *racks* da MTF. No entanto o posto FA1 possui maior quantidade de pré-montagens, que também são as de maior volume e peso. Assim sendo, este será um aspeto a ter em consideração na alteração da localização da Célula de Pré-Montagens, uma vez que a redução da deslocação de material com maior peso será um dos principais focos deste projeto.

3.4. Propostas de Melhoria

Ao fim de três meses de estágio, a produção passou de 10 unidades diárias para 11 unidades, não havendo alteração do número de colaboradores. Assim sendo, o *takt time* que, até então, era de 47 minutos foi alterado para 42,5 minutos.

Com a produção de 10 unidades diárias havia postos de trabalho no limite dos 47 minutos. Por este motivo, houve a necessidade de retirar material destes postos e passar para postos que possuíam tempos de espera, isto é, os colaboradores realizavam todas as tarefas antes de completar os 42,5 minutos. Os postos de trabalho que possuíam mais tempo de espera eram os postos da MTF, nomeadamente o FA1 e FA4. Assim sendo, transferiu-se material do Chassis e das Cabines para estes postos. Nos subcapítulos seguintes são apresentadas as propostas de melhoria idealizadas e implementadas ao longo do projeto.

3.4.1. Elaboração de documentos

De forma a documentar as atividades dos postos de trabalho da logística, recorreu-se a filmagens para facilitar a descrição de todas as tarefas, bem como a identificação de desperdícios. Assim sendo, juntamente com a equipa de engenharia responsável pela logística, iniciou-se a elaboração de documentos *Standardised Work Recording Sheet* (*SWRS*), ainda antes da alteração de *takt time*.

Como os colaboradores do *picking* fazem o *picking* de vários *dollies*, decidiu-se elaborar SWRS por *dolly* e por modelo, uma vez que há modelos com mais material. Na Figura 24 é apresentada uma SWRS elaborada para o *takt time* de 47 minutos.

Toyota Caetano Portugal, S.A.
Ovar Plant

Standardised Work Recording Sheet

Registo Posição Vídeo
Tempo Operação

Modelo: BL
Linha: Trimming
Colaborador:
Data: 20/04/2021

Posto: TR3 LH-B
Produção: 10
Takt-Time: 47
Página: 6

Nº.	Job Element	Tempo por job element 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Min	Max	Flutuação	
	Desatracar dolly	2,3										2,3	2,3	0	2,3
	Deslocar dolly até rack C de motorização VD	9,8										9,8	9,8	0	9,8
	Posicionar dolly	1										1	1	0	1
	Deslocar-se até lateral do dolly	2,6										2,6	2,6	0	2,6
	Pegar lista picking	1,1										1,1	1,1	0	1,1
	Colocar lista picking numa zona adequada para fazer a verificação do material	1,2										1,2	1,2	0	1,2
	Deslocar-se até rack	2,2										2,2	2,2	0	2,2
	Picking 1 peça - Garnish, Quarter Pillar, Lh (62639-60140-B0)	2,8										2,8	2,8	0	2,8
	Verificar estado da peça	2,1										2,1	2,1	0	2,1
	Rodar corpo para dolly	1,3										1,3	1,3	0	1,3
	Colocar peça no local definido	1,6										1,6	1,6	0	1,6
	Rodar corpo para rack	0,4										0,4	0,4	0	0,4
	Picking 1 peça - Garnish, Ctr Pillar, Lh (62412-60170-B0)	1,4										1,4	1,4	0	1,4
	Verificar estado da peça	1,3										1,3	1,3	0	1,3
	Rodar corpo para dolly	1										1	1	0	1
	Colocar peça no local definido	2,6										2,6	2,6	0	2,6
	Rodar corpo para rack	0,8										0,8	0,8	0	0,8
	Picking 1 peça - Panel, Instrument Panel Finish, Lwr Sub (55434-60030-B0)	2,4										2,4	2,4	0	2,4
	Picking 1 peça - Panel, Instrument Panel Finish, Lwr Nº2 (55433-60150-B0)	2,4										2,4	2,4	0	2,4
	Rodar corpo para dolly	1,2										1,2	1,2	0	1,2
	Deslocar-se até ao outro lado	1,9										1,9	1,9	0	1,9
	Atracar dolly ao dolly Banco RH	4,3										4,3	4,3	0	4,3
	Deslocar-se até dolly TR3 RH B	3,7										3,7	3,7	0	3,7
		183,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	183,7	183,7	183,7

Figura 24 - *SWRS dolly* TR3 LH B (*takt time* 47 minutos) (Fonte: O Autor)

Nestes documentos estão espelhadas as micro tarefas inerentes ao processo bem como o tempo de execução das mesmas. Estes permitem detetar a quantidade de deslocações realizadas de forma que analisando estes documentos haja um maior foco na sua redução ou até mesmo eliminação, começando por aquelas que possuem maior tempo. O documento está preparado para o registo de 10 observações, de forma a obter a média do tempo necessário para o *picking* de cada *dolly*.

3.4.2. Reorganização da disposição do material nas racks

A passagem de material das Cabines e Chassis para a MTF foi mais um motivo para repensar sobre a disposição do material nas *racks*, uma vez que respeitando a metodologia utilizada até então, exigia a aquisição de mais 12 *racks* para o supermercado da MTF. Isto deve-se ao facto de não haver espaço nas *racks* existentes e deste modo ser necessário adquirir 2 *racks* para cada modelo, uma para o lado esquerdo e outra para o lado direito. No entanto, juntamente com a equipa da logística chegou-se à conclusão de que não havia espaço no armazém. Isto é, não era possível a eliminação de *racks* do supermercado das Cabines de forma a obter mais espaço, uma vez que a equipa tinha como objetivo o alargamento dos espaços das peças que se encontravam sobrepostas, evitando assim a danificação de peças. Também se verificou que não seria viável a compra destas 12 *racks*, pois iria haver um subaproveitamento destas mesmas.

Após estudar os vários métodos para a realização de um *layout*, optou-se por seguir uma metodologia idêntica ao *layout* funcional. Estes métodos são muitas vezes utilizados para o *layout* da produção, onde são criadas secções homogéneas partilhadas por pessoas ou equipamentos que desempenham funções semelhantes. Para o caso em estudo, foi necessária uma adaptação e então identificou-se que a organização do material nas *racks* por postos de trabalho seria uma mais valia. Isto é, cada conjunto de *racks* correspondia ao material necessário para cada posto de trabalho. Para melhor compreender a proposta de melhoria será apresentado na Figura 25 um esquema da organização do material para o posto FA1.

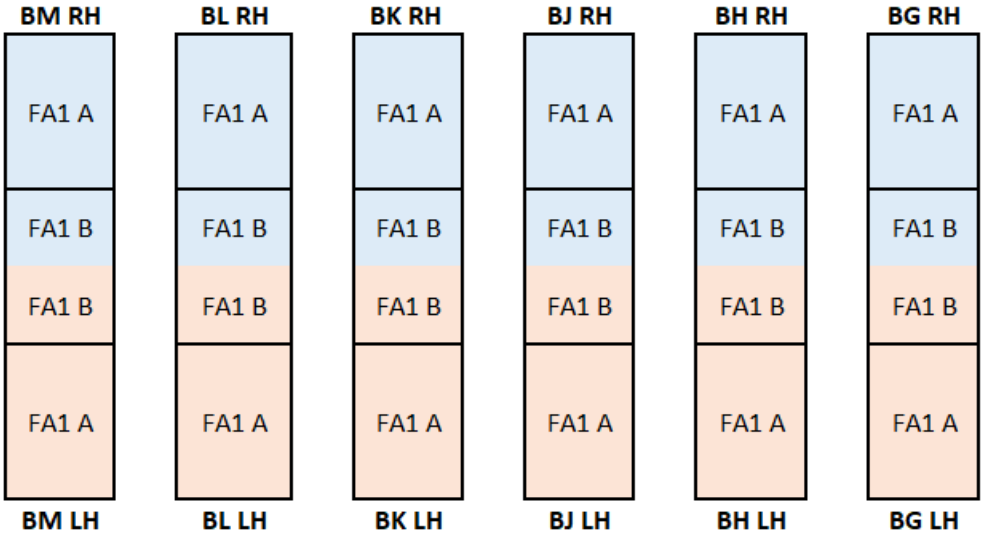


Figura 25 - Proposta de melhoria para a disposição do material no supermercado da MTF para o posto FA1 (Fonte: O Autor)

Através da Figura 25, é possível observar que no mesmo conjunto de *racks* de cada modelo encontra-se o material do lado esquerdo e lado direito dos postos de trabalho FA1. Optou-se por

esta medida de forma a haver um maior aproveitamento das *racks*. Para que seja facilitado o processo de *picking*, evitando, assim, possíveis erros, decidiu-se identificar, através de técnicas de gestão visual, o material de cada posto de trabalho. Optou-se por manter uma localização fixa dos materiais, uma vez que é o método que mais facilita o processo de *picking*. Na Figura 26 é apresentada a implementação de técnicas de gestão visual nas *racks* do posto FA1.

Figura 26 - Implementação de técnicas de gestão visual nas *racks* do posto FA1 (Fonte: O Autor)

Devido ao espaço reduzido, decidiu-se colocar todas as óticas em duas racks, dividas entre lado esquerdo e lado direito, uma vez que são todas iguais. Isto permitiu a otimização de espaço, uma vez que se mantivesse as óticas nas *racks* de cada modelo, em algum momento, o espaço ocupado por elas poderia estar vazio em modelos que não são produzidos frequentemente (BG e BH). A Figura 27 apresenta a implementação do que foi descrito anteriormente.

Figura 27 - Proposta de melhoria para o armazenamento das óticas (Fonte: O Autor)

Relativamente ao posto de trabalho OH, identificou-se que o material era praticamente todo comum entre motorização (BL e BM; BJ e BK; BG e BH) e dessa forma optou-se por colocar todo o material numa *rack* com as devidas identificações do material. Na Figura 28 é apresentada a implementação da proposta de melhoria para a armazenagem do material do posto OH à exceção dos degraus.

Figura 28 - Método utilizado nas *racks* do posto OH para a identificação do material específico de cada modelo (Fonte: O Autor)

As fitas de cor verde e azul dividem as 3 motorizações diferentes. Para identificar o material do lado esquerdo e lado direito são utilizadas etiquetas LH e RH e para o material específico dentro de cada motorização são utilizadas etiquetas que identificam o modelo.

Após pensar na melhor disposição do material nas *racks*, detetou-se que o método utilizado para o armazenamento de degraus não era o mais adequado porque encontravam-se junto a corredores de passagem de *dollies*, como é possível observar na Figura 29.

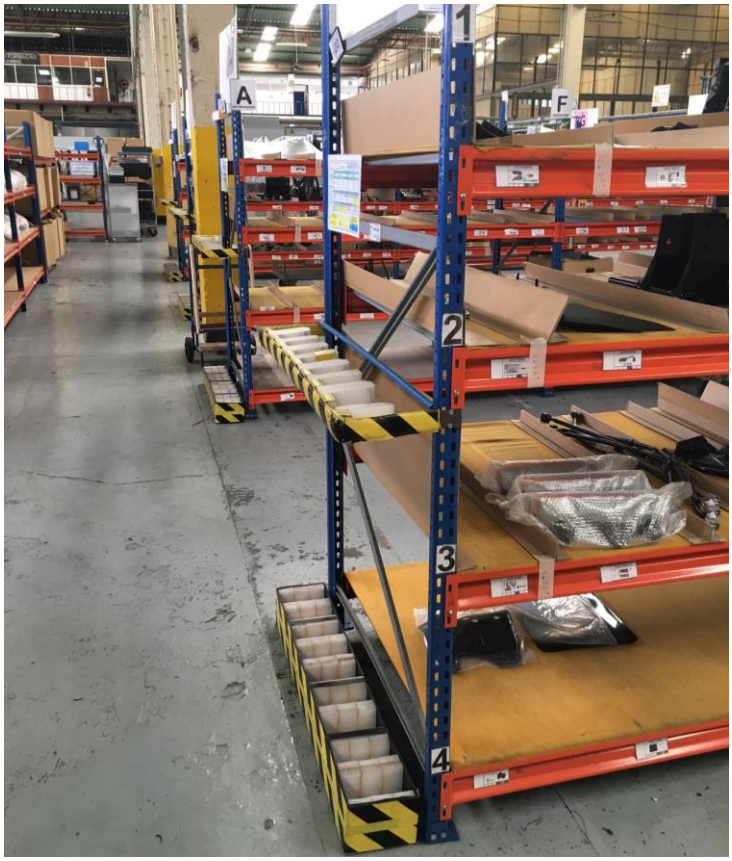


Figura 29 - Disposição dos degraus antes da proposta de melhoria (Fonte: O Autor)

Por outro lado, o método de retirar da caixa e colocar nos suportes apresentados na Figura 29 e, de seguida o colaborador do *picking* retirar e colocar no *dolly* poderia também danificá-los. Neste sentido, decidiu-se colocar os degraus numa *rack*, divididos entre cabine simples e dupla. A Figura 30 apresenta a implementação da proposta de melhoria para o armazenamento dos degraus.

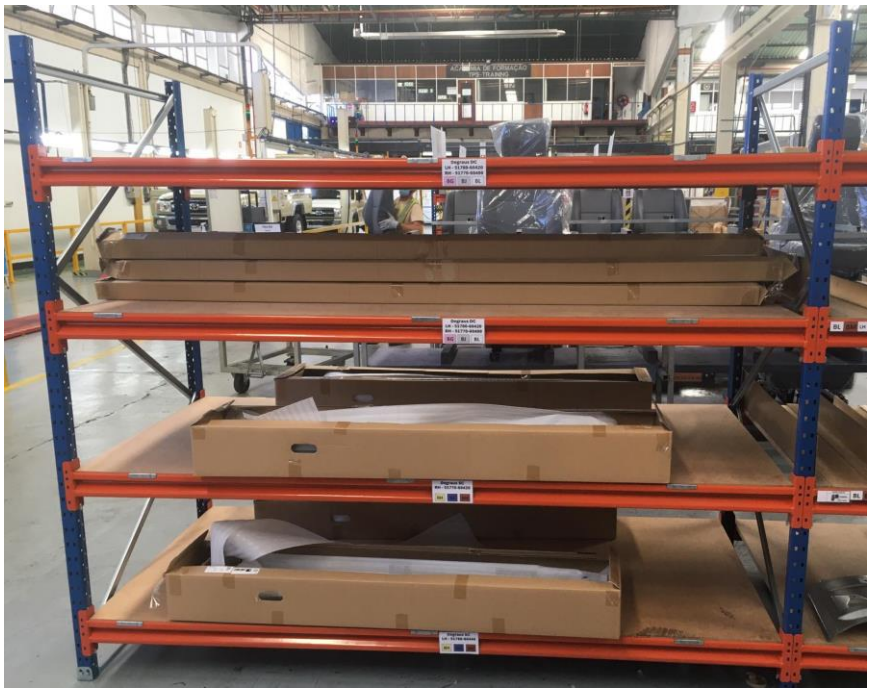


Figura 30 - Proposta de melhoria para a disposição dos degraus (Fonte: O Autor)

Como é possível observar na Figura 30, o colaborador do processo de *unpacking* apenas abre a caixa e coloca na *rack*. Assim, o colaborador do *picking* retira da caixa e coloca diretamente no *dolly*, reduzindo o risco de danificação.

Ao observar o material no posto FA4, identificou-se que entre viaturas de cabine dupla (BL, BJ e BG) e cabine simples (BM, BK e BH) apenas diferenciavam os tapetes. Assim sendo, ao contrário do que acontece nas *racks* do posto FA1, foi possível aglomerar todo o material comum e identificaram-se os tapetes de cada modelo. Na Figura 31 é apresentado o esquema da proposta de melhoria.

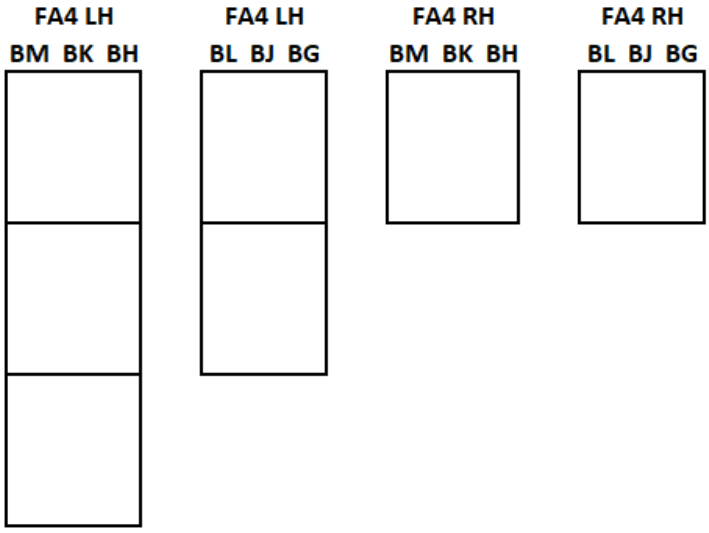


Figura 31 - Proposta de melhoria para a disposição do material no supermercado da MTF para o posto FA4 (Fonte: O Autor)

É importante referir que é necessário maior número de *racks* para as viaturas de cabine simples devido à quantidade de material.

Na Figura 32 é apresentada a implementação da proposta de melhoria, bem como o método utilizado para a identificação do material específico de cada modelo.

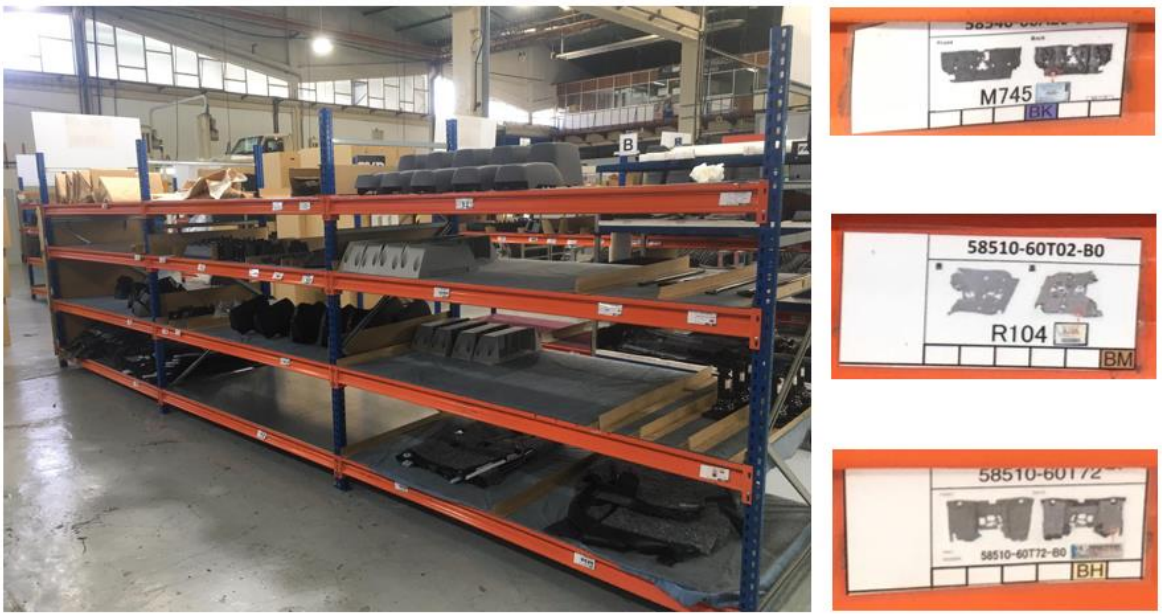


Figura 32 - Método utilizado nas *racks* do posto FA4 para a identificação do material específico de cada modelo (Fonte: O Autor)

De acordo com a Figura 32, os tapetes estão localizados na última prateleira, uma vez que é o único material diferente entre modelos e o mais leve. Para a identificação desse material, cada prateleira corresponde a apenas um modelo e nas etiquetas é colocado o modelo a que se refere cada tapete, como apresentado na figura.

Apenas são apresentadas as *racks* do FA4 LH para cabine simples, no entanto, para as restantes *racks* do posto FA4, o método utilizado é o mesmo.

Estas propostas surgiram de forma a permitir a aproximação das *racks* aos respetivos postos, com o objetivo de minimizar as deslocações.

Para a implementação das propostas de melhoria apresentadas, foi necessária a aquisição de 4 *racks* com 4 prateleiras cada. Estas são semelhantes às que a empresa já possuía, no entanto, possuem estantes de MDF para que a danificação das peças fosse evitada. Caso as estantes fossem de metal seria necessário o revestimento das mesmas com tecido. Na Figura 33 é apresentada um exemplo das *racks* adquiridas.

Figura 33 - Exemplo das *racks* adquiridas (Norrack, 2021)

3.4.3. Reorganização do *layout* da Célula de Pré-Montagens

Com a alteração de *takt time* também houve transferência de pré-montagens das Cabines para a MTF. Deste modo, a sequência de pré-montagens alterou e percebeu-se que o operador da Célula de Pré-Montagens conseguia executar todas as tarefas dentro do *takt time* (42,5 minutos), no entanto, necessitava sempre de ajuda. Assim sendo, houve a necessidade de reorganizar as *racks* e as bancadas de trabalho. Por outro lado, era crucial a alteração da abertura da célula para o colaborador do *mizusumashi* entrar e realizar o *picking* das pré-montagens. A Figura 34 demonstra o antes e o depois.

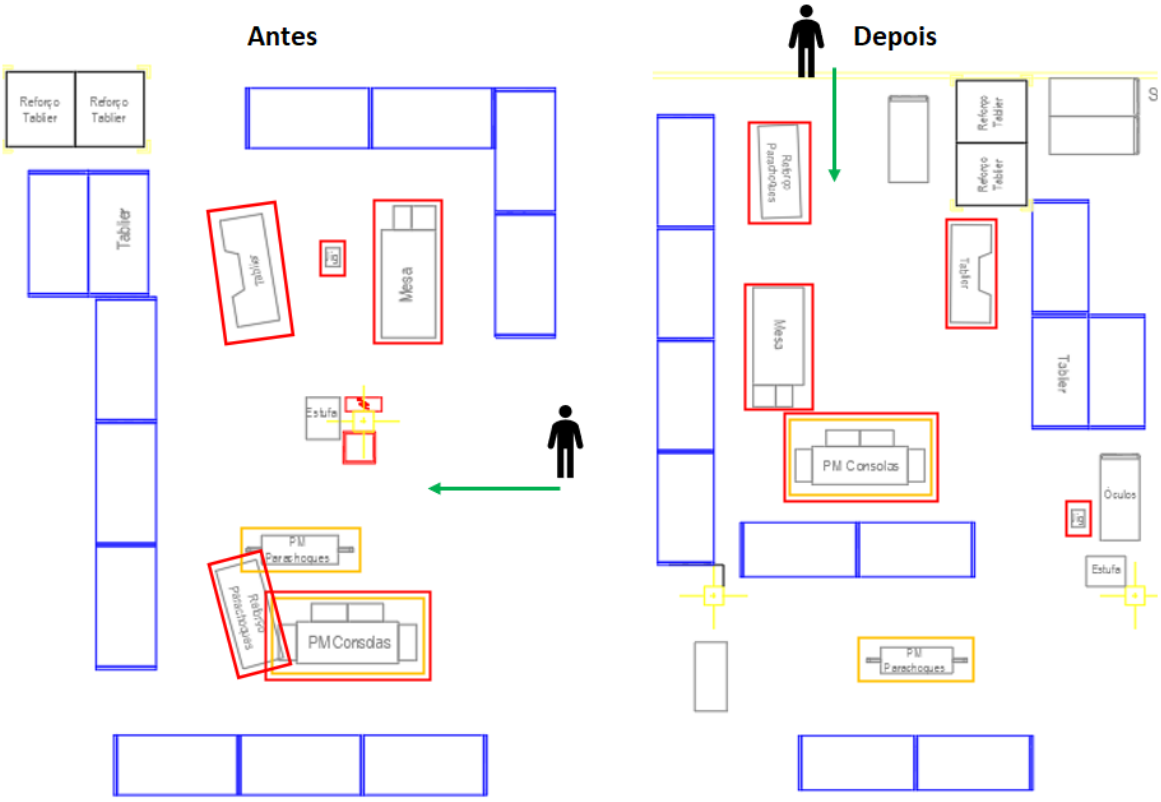


Figura 34 - Organização da Célula de Pré-Montagens Antes e Depois (Fonte: O Autor)

Antes, a abertura da célula estava localizada no lado direito, pois existia um corredor para a passagem do *mizusumashi*. Depois da implementação, a abertura da célula passou a ser na parte superior, uma vez que o corredor para a passagem do *mizusumashi* encontra-se nesse local.

De forma a organizar as *racks*, teve-se como base as pré-montagens do colaborador do *picking* da MTF e do colaborador do *mizusumashi*. Assim sendo, decidiu-se aproximar ao corredor de passagem do *mizusumashi*, as *racks* e bancadas referentes ao tablier e reforço do para-choques, uma vez que se trata das pré-montagens com maior volume e peso. No que diz respeito à pré-montagem do para-choques decidiu-se aproximar à linha de montagem para que fosse mais acessível ao colaborador do *picking* da MTF. Delimitado a laranja e a vermelho correspondem as bancadas de trabalho das pré-montagens abastecidas pelo *mizusumashi* e colaborador do *picking* da MTF, respetivamente.

3.4.4. Proposta de melhoria para o *layout* do armazém

Com o *layout* do armazém apresentado anteriormente não era possível a produção de 11 unidades, pelo que a alteração do *layout* é um ponto decisivo para atingir o objetivo das 11 unidades diárias. Na Tabela 8 são apresentados os tempos totais para a execução de todas as tarefas de cada colaborador que trabalha por *takt time*, de forma a compreender os postos de trabalho mais críticos do armazém na secção Cabines e MTF. Estes dados foram fornecidos pelo departamento de engenharia da que correspondem a um estudo realizado, tendo em conta o material que foi transferido das Cabines e Chassis para a MTF. No Anexo A é apresentada a totalidade dos dados.

Tabela 8 - Tempos de execução das tarefas de cada colaborador para os diferentes *takt times* (Fonte: O Autor)

	***Takt time* = 47 minutos**	***Takt time* = 42,5 minutos**
Colaborador	**Tempo de execução das tarefas**	**Tempo de execução das tarefas**
Picking MTF	42,1	45,5
Picking Cabines	40,55	36,60

O colaborador do *picking* da MTF realiza as tarefas em 45,5 minutos sem alteração de *layout*, ou seja, ultrapassa 3 minutos o *takt time* estipulado. Assim sendo, o ponto crucial será a melhoria do *layout* para a redução das deslocações.

Após organizar o material nas *racks* por postos de trabalho, foi possível criar secções homogéneas partilhadas por material destinado ao mesmo posto de trabalho, permitindo a aproximação das *racks* aos respetivos postos. Este método facilitará o processo de *picking*, no entanto, o trabalho do processo de *unpacking* será menos facilitado, pois terão que percorrer as *racks* correspondentes aos postos de trabalho OH, FA1, FA4, tendo em conta o modelo. Contudo, avançou-se com a implementação das propostas de melhoria com a consciência que há mais benefícios ao facilitar o trabalho do colaborador do *picking* que abastece a linha à unidade, enquanto, os colaboradores do processo de *unpacking* abastecem as *racks* ao lote (5 unidades).

Na Figura 35 está demonstrada a proposta de *layout* que foi apresentada e discutida com a equipa de logística, de forma que a implementação fosse executada de acordo com os requisitos, uma vez que houve a necessidade de repensar alguns pontos do estudo devido à alteração de produção.

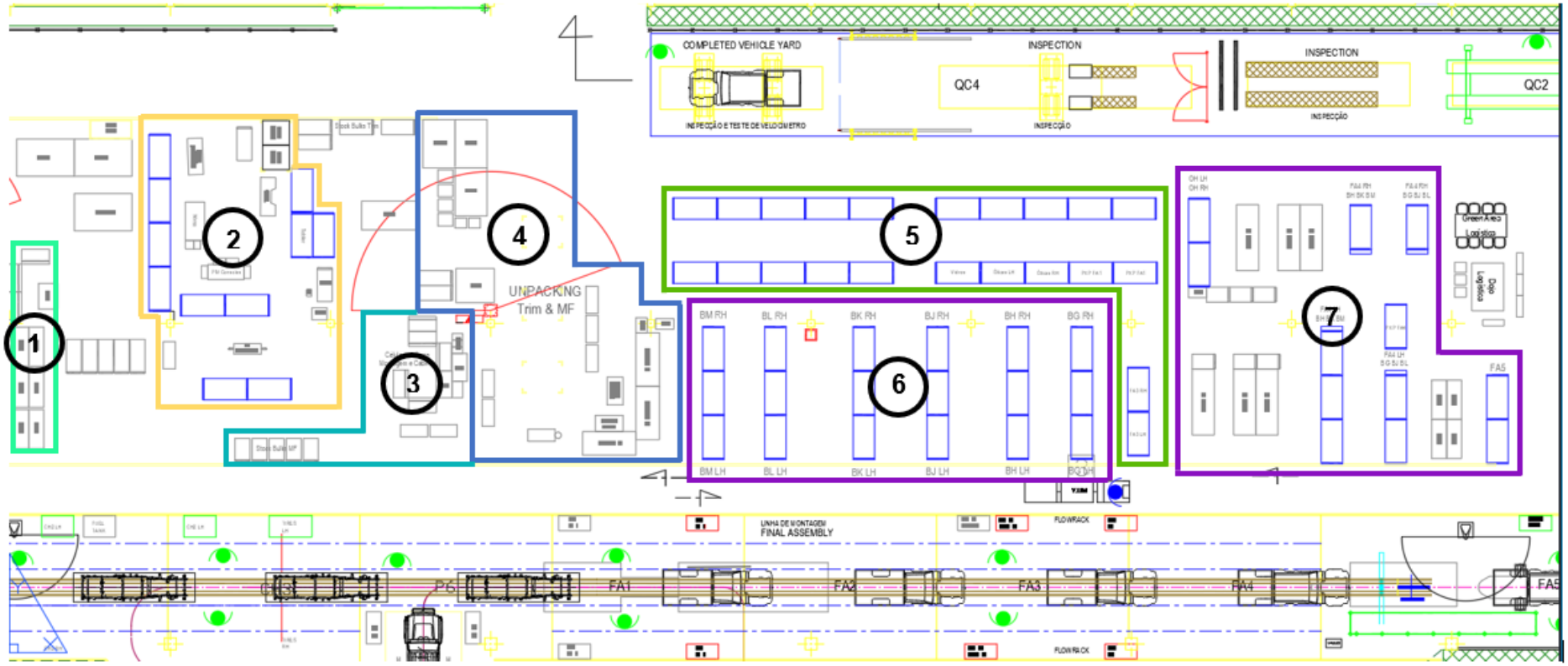


Figura 35 - Proposta de *layout* para o armazém *Land Cruiser* série 70 (Fonte: O Autor)

Tabela 9 - Legenda da Figura 35 (Fonte: O Autor)

1 – Célula de Parafusos Chassis	3 – Célula de Parafusos Cabines e MTF	5 – Supermercado Cabines e posto FA3
2 – Célula de Pré-Montagens	4 – *Unpacking* das caixas das Cabines e MTF	6 e 7 – Supermercado MTF

Primeiramente, pensou-se em colocar a zona de *Unpacking* no centro para que fosse facilitado o processo de abastecimento de material. No entanto, apenas foi possível movê-la até à direção do portão, pois é necessário salvaguardar o espaço que o empilhador necessita para manobrar as caixas CKD.

Posteriormente, optou-se por alterar a localização da Célula de Pré-Montagens para junto da zona de *Unpacking* para que fosse facilitado o processo de abastecimento de material às *racks* das pré-montagens. Por outro lado, permitiu que o *picking* das pré-montagens que é realizado pelo colaborador do *mizusumashi,* fosse efetuado após os *dollies* serem deixados prontos pelos colaboradores do *picking* das Cabines e da MTF. Assim sendo, permite que os *dollies* sejam manuseados pelos colaboradores do *picking* mais facilmente, pois estes encontram-se completamente vazios.

Com a alteração da localização da Célula de Pré-montagens foi possível aproximar as *racks* aos seus respetivos postos de trabalho. Assim, será apresentado na Figura 36 o supermercado da MTF.

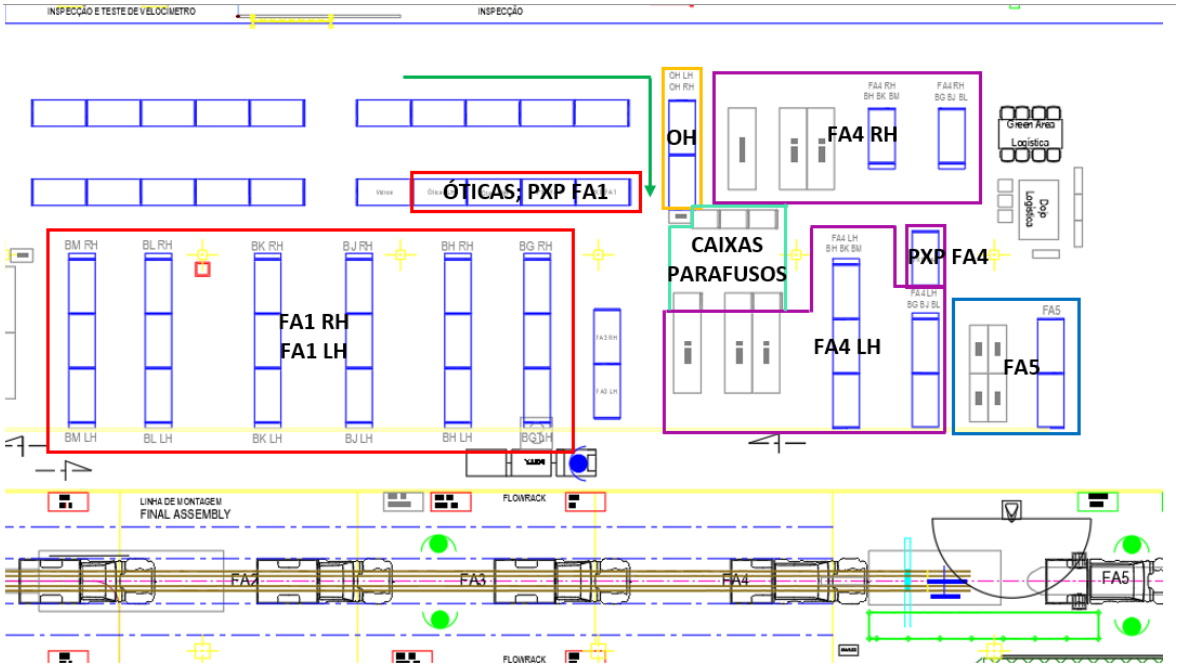


Figura 36 - Proposta de Melhoria Supermercado MTF (Fonte: O Autor)

Relativamente aos pneus e *racks* do posto FA5, estes já se encontravam perto do respetivo posto, no entanto, como é possível observar na Figura 36, foi possível reduzir ainda mais a distância.

No que diz respeito ao posto FA4, colocou-se junto à linha, as *racks* com o material do lado esquerdo e junto ao corredor do *mizusumashi*, as *racks* com o material do lado direito. Os bancos como são abastecidos no posto FA4, também foram divididos entre lado esquerdo e direito. O material do PXP para o posto FA4 encontra-se entre as *racks* do lado esquerdo e lado direito para que o colaborador aceda facilmente ao material tanto para os *dollies* do lado esquerdo como para os *dollies* do lado direito.

As *racks* do posto FA1 também foram colocadas junto à linha. No entanto, não foi possível aproximar as *racks* do lado direito ao corredor do *mizusumashi* do mesmo modo que as *racks* do posto FA4 devido a questões de espaço e para que houvesse maior aproveitamento de *racks*. É importante ainda referir que as *racks* do posto FA1 foram organizadas de acordo com a quantidade

de produção, ficando as *racks* dos modelos BH e BG mais afastadas do posto FA1, uma vez que são os menos produzidos. As *racks* do posto OH foram colocadas junto ao corredor do *mizusumashi*, de forma a minimizar ao máximo as deslocações. Já as *racks* do material PXP para o posto FA1, óticas e caixas de parafusos estão estrategicamente localizadas, pois o colaborador entra com os *dollies* FA1 RH A, FA1 RH B, OH LH, OH RH no corredor sinalizado com a seta verde.

Para que fosse possível implementar as propostas de melhoria relativamente ao supermercado da MTF, foi necessário alterar a localização da Célula de Parafusos. Assim sendo, conforme a Figura 35 decidiu-se localizá-la logo a seguir à zona de *unpacking* para que fosse possível colocar as caixas de parafusos das Cabines junto ao corredor, facilitando assim a recolha das mesmas pelo operador do *mizusumashi*. Por outro lado, considerou-se ser o local mais adequado para minimizar a distância percorrida pelo operador no momento em que faz a troca das caixas de parafusos da MTF (Figura 36).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo é apresentada a fase *Check* do ciclo PDCA, onde são abordados os resultados obtidos ao longo do projeto referentes às propostas de melhoria implementadas. Por último, é apresentada a relevância dos resultados para a questão de investigação, para que, posteriormente, sejam interpretados e discutidos.

4.1. Apresentação de resultados

No presente subcapítulo são apresentados os resultados obtidos com a implementação das propostas de melhoria, nomeadamente a elaboração de documentos *standard*, reorganização do material nas *racks*, alteração do *layout* da Célula de Pré-Montagens e alteração do *layout* do armazém.

4.1.1. Resultados obtidos com a elaboração de documentos

Durante o projeto verificou-se uma grande vantagem na elaboração dos documentos *SWRS*, uma vez que auxiliaram no estudo realizado pelo departamento de engenharia para a alteração de *takt time*. Isto é, como houve transferência de material de um supermercado para outro, foi possível estimar os tempos dos colaboradores do *picking*. Apenas foi necessário transferir as tarefas correspondentes às peças transferidas, bem como o tempo de execução das mesmas. Assim, permitiu concluir se os colaboradores que receberam material, conseguiam concluir todas as tarefas dentro dos 42,5 minutos, *takt time* estipulado.

Por outro lado, o registo detalhado dos movimentos dos colaboradores permitiu a rápida identificação de desperdícios. Assim, foi possível obter a sequência mais adequada para a realização das tarefas, de forma, a que haja a minimização de desperdícios e, consequentemente, a minimização dos tempos de execução de cada tarefa.

4.1.2. Resultados obtidos com a reorganização do material nas racks

Com a adição de material ao posto FA1 e FA4, foi necessário compreender se a metodologia adotada pela empresa para a organização do material nas *racks* era a mais adequada. Assim sendo, passou-se para a análise do espaço disponível nas *racks* e conclui-se que era necessário a aquisição de mais 12 *racks*, como mencionado anteriormente no capítulo 3. No entanto, com a proposta de melhoria implementada, a empresa só necessitou de adquirir 4 *racks*, 2 *racks* para óticas e 2 *racks* para material do posto OH. Cada *rack* teve um custo de 557,50€, sendo que o fornecedor foi a Norrack. Na Figura 37 é apresentado um gráfico que indica o investimento necessário caso fosse utilizada a metodologia da empresa e o investimento efetuado com a implementação da proposta de melhoria.

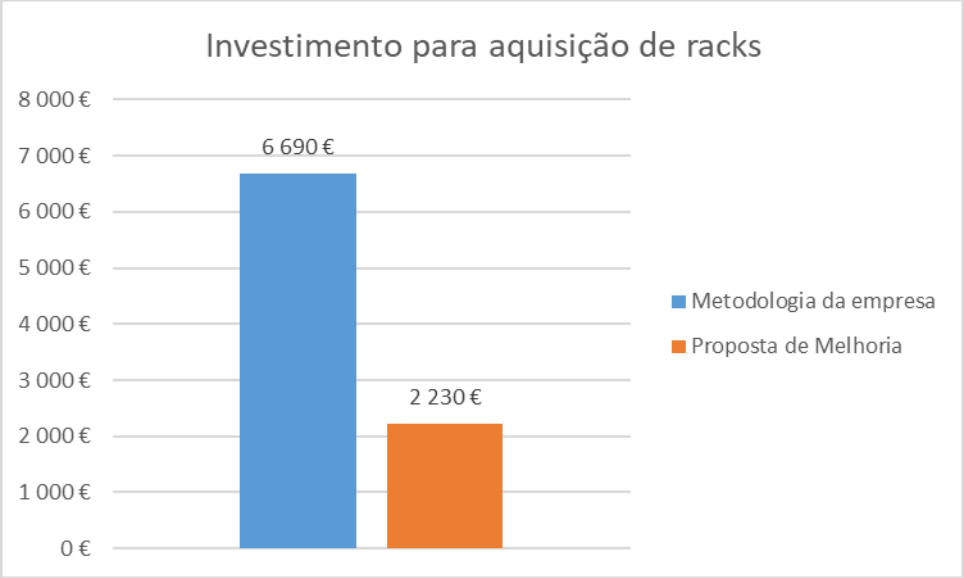


Figura 37 - Comparação de investimentos entre metodologia da empresa e proposta de melhoria (Fonte: O Autor)

De acordo com os dados do gráfico, a empresa necessitaria de investir 6.690€ caso optasse pela metodologia até então adotada. No entanto, com a implementação da proposta de melhoria, a organização necessitou de investir 2.230€, permitindo a obtenção de uma poupança de 4.460€.

Por outro lado, permitiu a diminuição do número de corredores, aumentando assim o espaço disponível e evitando deslocações adicionais.

4.1.3. Resultados obtidos com a alteração do *layout* da Célula de Pré-Montagens

Após a implementação de melhorias ao *layout* da Célula de Pré-Montagens identificou-se que não havia cruzamentos entre o colaborador do *picking* da MTF e o colaborador do *mizusumashi*. Por outro lado, permitiu a redução das deslocações do operador do *mizusumashi* dentro da célula, principalmente deslocações com material de maior peso e volume (tablier e reforço do para-choques).

No que diz respeito ao colaborador da Célula de Pré-Montagens, verificou-se que este realiza todas as tarefas em 41,75 minutos sem necessitar de ajuda. Assim sendo, conclui-se que a sequência proposta permitiu a conclusão das pré-montagens no *takt time* estipulado (42,5 minutos). Isto é, permite ao colaborador concluir as pré-montagens atempadamente, tendo em conta o momento em que são recolhidas.

4.1.4. Resultados obtidos com a alteração do *layout* do armazém

Após o conhecimento das distâncias percorridas e análise das mesmas apresentadas no Capítulo 3, passou-se para a realização de dois esquemas relativos à alteração de *layout*, de forma a quantificar as melhorias implementadas. O primeiro refere-se ao *picking* dos *dollies* do lado direito da linha que são abastecidos, posteriormente, pelo colaborador do *mizusumashi*. O segundo refere-se ao *picking* dos *dollies* do lado esquerdo da linha que são abastecidos pelo colaborador da MTF.

Na Figura 38 encontra-se a representação esquemática do *picking* dos *dollies* das duas viagens do *mizusumashi* após a implementação das melhorias, tendo em conta o mesmo exemplo apresentado na Figura 22.

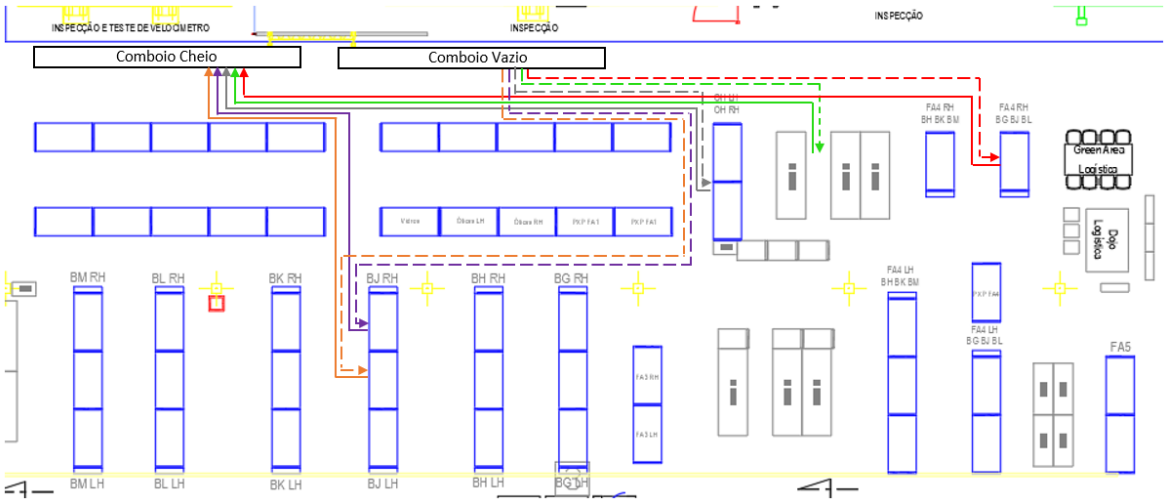


Figura 38 - Esquema representativo das deslocações efetuadas para o *picking* dos *dollies* abastecidos pelo *mizusumashi* após implementação de melhorias (Fonte: O Autor)

Como é possível observar na Figura 38, a zona do *mizusumashi* encontra-se maior, uma vez que para evitar o cruzamento de homem-máquina, o colaborador não contorna o gabinete da MTF, impossibilitando assim, que o comboio vazio seja deixado paralelamente ao comboio cheio. No entanto, visualmente podemos concluir que houve uma redução de deslocações.

Na Tabela 10 é apresentada a distância percorrida pelo colaborador do *picking* da MTF durante um *takt time* com a aplicação de propostas de melhoria no *layout*, bem como a comparação com as deslocações apresentadas na Tabela 6 presente no Capítulo 3.

Tabela 10 - Apresentação da redução de deslocações para o *picking* dos *dollies* do lado direito da linha (Fonte: O Autor)

	Distância percorrida (m) (Antes)	**Distância percorrida (m) (Depois)**	**Redução distância (m)**	**Redução distância (%)**
***Dolly* Banco RH**	69,25	36,71	32,54	46,99
***Dolly* FA4 RH A**	59,50	47,55	11,95	20,08
***Dolly* FA1 RH A**	52,28	40,84	11,44	21,88
***Dolly* FA1 RH B**	50,26	45,12	5,14	10,23
***Dollies* OH LH e OH RH**	52,95	31,54	21,41	40,43
Total	284,24	201,76	82,48	29,02

De acordo com os dados apresentados na Tabela 9, conseguiu-se uma redução significativa das deslocações para o *dolly* Banco RH, cerca de 46,99% e, para os *dollies* OH LH e OH RH, cerca de 40,43%. É importante referir que, independentemente, do modelo para o qual seja realizado o *picking* dos *dollies* Banco RH, FA4 RH A, OH LH e OH RH, o colaborador do *picking* irá percorrer sempre a mesma distância, sendo elas 36,71 metros, 47,55 metros e 31,54 metros, respetivamente.

Relativamente aos *dollies* FA1 RH A e FA1 RH B, as distâncias percorridas alteram-se de acordo com o modelo para o qual o *picking* está a ser realizado. No entanto, a redução da distância em

percentagem destes dois *dollies* quando é realizado o picking para os restantes modelos, tem a mesma ordem de grandeza. Globalmente, para o *picking* dos *dollies* das duas viagens do *mizusumashi*, houve uma redução de deslocações de 29,02%.

Na Figura 39 encontra-se a representação esquemática do *picking* dos *dollies* abastecidos pelo colaborador do *picking* da MTF ao lado esquerdo da linha após a implementação das melhorias, tendo em conta o mesmo exemplo apresentado na Figura 23.

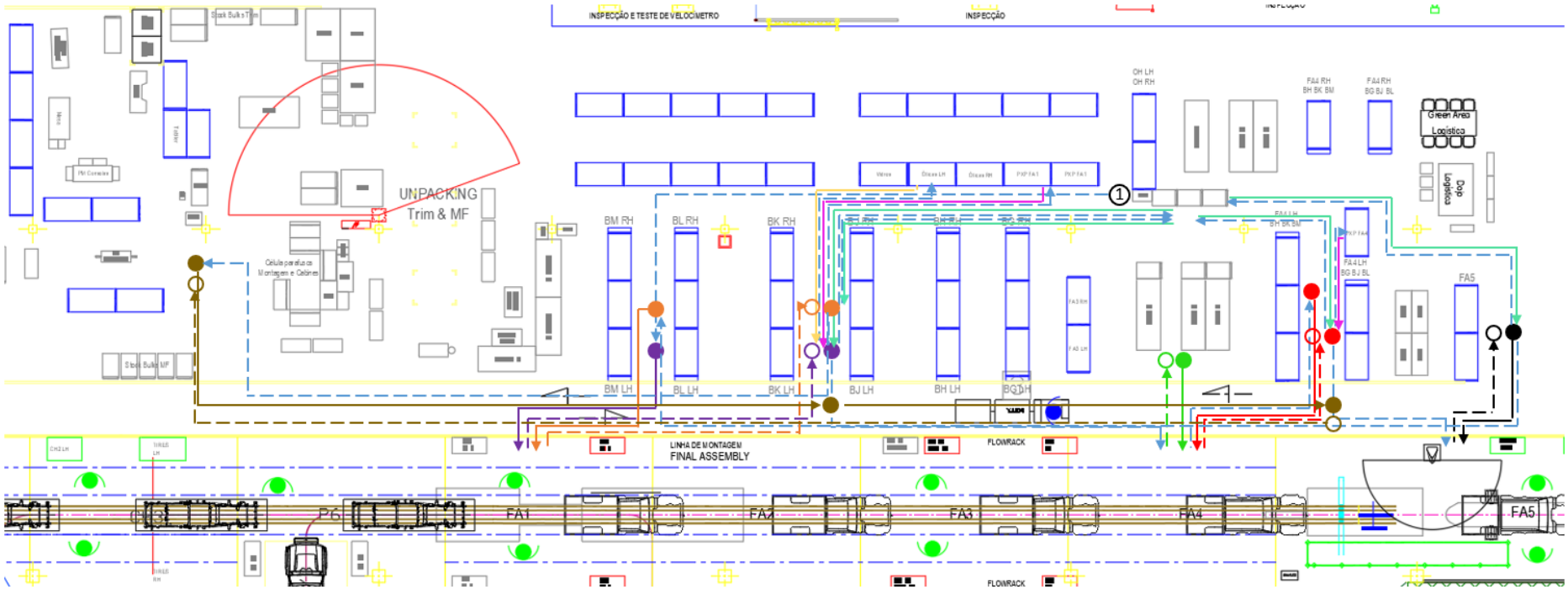


Figura 39 - Esquema representativo das deslocações efetuadas para os *dollies* abastecidos pelo colaborador do *picking* após implementação de melhorias (Fonte: O Autor)

No APÊNDICE C é apresentado o esquema representativo, bem como a descrição de todas as tarefas representadas nele mesmo.

Comparando a Figura 39 com a Figura 23, é difícil detetar visualmente uma redução das deslocações. Assim sendo, na Tabela 11 é apresentada a distância percorrida pelo colaborador do *picking* da MTF com a aplicação de propostas de melhoria no *layout*, bem como a comparação com as deslocações apresentadas na Tabela 7 presente no Capítulo 3.

Tabela 11 - Apresentação da redução de deslocações para o *picking* dos *dollies* do lado esquerdo da linha (Fonte: O Autor)

	Distância percorrida (m) (Antes)	**Distância percorrida (m) (Depois)**	**Redução distância (m)**	**Redução distância (%)**
***Dolly* Banco LH**	75,30	7,06	68,24	90,62
***Dolly* FA4 LH A**	62,87	21,18	41,69	66,31
***Dolly* FA1 LH A**	23,20	24,81	-1,61	-6,94
***Dolly* FA1 LH B**	24,71	26,10	-1,39	-5,63
***Dolly* FA5**	31,77	11,34	20,43	64,31
Transportador Pré-Montagens	74,97	108,87	-33,90	-45,22
Deslocação de material PXP	20,85	19,89	0,96	4,60
Deslocação sem material	193,76	241,89	-48,13	-24,84
Deslocação das caixas da Célula de Parafusos	55,13	67,37	-12,24	-22,20
Deslocação com óticas	-	10,91	-	-
Total	562,56	539,42	23,14	4,11

De acordo com os dados apresentados na Tabela 10, conseguiu-se uma redução significativa das deslocações para o *dollies* Banco LH, FA4 LH A e FA5, cerca de 90,62%, 66,31% e 64,31%, respetivamente. Por outro lado, para os *dollies* FA1 LH A, FA1 LH B e transportador de pré-montagens houve um aumento das deslocações, cerca de 6,94%, 5,63% e 45,22%, respetivamente. Embora haja um aumento da deslocação do transportador de pré-montagens, é importante referir que, os *dollies* do posto FA1 LH são abastecidos em primeiro, pois possuem maior quantidade de pré-montagens, sendo que também são as de maior peso e volume. Assim, houve uma minimização da deslocação de material com maior peso e volume. Também houve um aumento deslocação das caixas da Célula de Parafusos, cerca de 22,20% e adição de mais uma deslocação, deslocação com óticas. No entanto, este aumento de deslocações é compensado pela redução de deslocações dos restantes *dollies*. Globalmente, as deslocações foram reduzidas cerca de 4,11%.

Relativamente ao aumento das deslocações sem material, é importante compreender que como não houve um aumento de deslocações no todo, significa que deslocações com *dollies* ou material foram transformadas em deslocações sem material. Na Tabela 12 é apresentado percentualmente quanto representa as deslocações com *dollies* e material, bem como as deslocações sem material para os dois cenários, antes e depois da implementação de melhorias.

Tabela 12 - Apresentação da representação percentual das deslocações do *picking* dos *dollies* do lado esquerdo da linha (Fonte: O Autor)

	Distância percorrida (m) (Antes)	**%**	**Distância percorrida (m) (Depois)**	**%**
Deslocação com *dollies* e material	368,80	65,56	297,53	55,16
Deslocação sem material	193,76	34,44	241,89	44,84
Total	562,56	100	539,42	100

Como é possível observar na Tabela 12, as deslocações com *dollies* e material correspondiam a 65,56% das deslocações realizadas para o *picking* dos *dollies* do lado direito da linha e as deslocações sem material correspondiam a 34,44%. Após implementação de melhorias, as deslocações com *dollies* e material correspondem a 55,16% e deslocações sem material correspondem a 44,84%. Assim sendo, embora a redução das distâncias percorridas tenha sido mínima, devido ao facto de a linha de montagem ter vários metros de comprimento, conseguiu-se que o colaborador do *picking* tenha menos desgaste físico por *takt time*.

Por último, através da observação ao posto de trabalho, conclui-se que o colaborador realiza todas as suas tarefas em 41,5 minutos, minimizando, assim, 4 minutos de deslocações comparado com o estudo realizado antes da implementação de melhorias (45,5 minutos).

Relativamente à alteração da localização da Célula de Pré-Montagens, conseguiu-se ganhos ao nível da segurança. Isto é, o operador do *mizusumashi* já não necessita de contornar o gabinete da MTF. Assim, o operador desatrela o comboio vazio, faz inversão de marcha próximo do local dos *dollies* e atrela o comboio cheio. Deste modo, evita-se o cruzamento de homem-máquina na zona do gabinete da MTF. Por outro lado, os *dollies* chegam aos colaboradores do *picking* completamente vazios fazendo com que o seu manuseamento seja facilitado, principalmente para os *dollies* das Cabines.

No APÊNDICE D encontra-se o questionário realizado aos colaboradores do *picking* das Cabines e MTF. O questionário efetuado para o colaborador da MTF aborda, também, as questões de redução de deslocações. Analisando o questionário realizado ao operador da MTF, concluiu-se que o *picking* dos *dollies* OH LH, OH RH, FA4 LH, FA4 RH, Banco LH, Banco RH e FA5 foi facilitado significativamente. No que diz respeito às deslocações, o colaborador sente que caminha menos quando realiza o *picking* dos *dollies* das viagens do *mizusumashi*. Os operadores sentem maior facilidade no manuseamento dos *dollies*, no entanto, não identificam grandes melhorias relativamente ao seu desgaste físico. No caso do operador do *picking* MTF, deve-se à redução do *takt time* e por esse motivo, possuem de menos tempo de espera para recuperar energias entre *takt time*, mesmo que a distância percorrida tenha sido minimizada. O colaborador do *picking* da MTF apenas possui 1 minuto de espera enquanto que anteriormente possuía 4,9 minutos. No que diz respeito ao colaborador do *picking* das Cabines, a redução do *takt time* não teve grande impacto, pois também houve uma redução de material e por esse motivo, o operador considera que o seu desgaste físico se mantém aproximadamente igual. Assim, conclui-se que a melhoria da qualidade de trabalho deve ser contínua, principalmente para os colaboradores do *picking* que, diariamente, percorrem vários quilómetros.

Por outro lado, o abastecimento do material à Célula de Pré-Montagens foi facilitado, pois esta encontra-se mais próxima da zona de *Unpacking*. Assim, a deslocação de material volumoso como os para-choques foi minimizada.

4.2. Discussão de resultados

Explanados os resultados obtidos após a implementação das diversas melhorias, passar-se-á à discussão dos mesmos.

Primeiramente, aplicaram-se diversas ferramentas *Lean*, tal como o *standard work* para a realização de documentos *standard*. Segundo Silva e Ferreira (2016), o *standard work* foca-se na elaboração de documentação na qual são descritos os métodos e meios de uma operação, de forma a garantir a estabilidade de todas as operações inerentes ao processo. Posto isto, e tendo como base a documentação *standard* utilizada pela Toyota, elaboraram-se SWRS para todas as operações de *picking* existentes na secção Cabines e MTF. Esta documentação auxiliou a realização do estudo da alteração do *takt time*, uma vez que nestes documentos se encontram espelhadas todas as micro tarefas inerentes ao processo bem como a duração das mesmas.

Seguidamente, no que concerne à alteração do *takt time*, isto é, à redução do mesmo, concluiu-se que dois colaboradores logísticos não conseguiriam completar as suas tarefas no tempo definido (42,5 minutos). De maneira a mitigar este problema, procedeu-se, como referido no Capítulo 3, à alteração do *layout* do armazém. Sem a elaboração deste estudo, e posterior implementação, a empresa teria de adotar a filosofia Toyota dos "meios colaboradores". Esta filosofia trata-se de um colaborador que auxilia, quando necessário, outro colaborador para que este termine as suas tarefas atempadamente, este é designado por "meio colaborador". Neste caso teriam de existir dois "meios colaboradores", visto que existiam dois colaboradores logísticos, o operador da Célula de Pré-Montagens e o operador do *picking* da MTF, a necessitar de auxílio. A eliminação da necessidade da existência destes "meios colaboradores" incorre numa poupança avultada para a empresa, pois seria necessário contratar dois novos colaboradores.

Relativamente à reorganização do material nas *racks*, verificou-se que a metodologia adotada pela empresa (material organizado por modelo) incorria em muitas deslocações por parte dos colaboradores do *picking*. Assim sendo, foi necessário elaborar um estudo de modo a diminuir estas deslocações. Desta forma, como referido no Capítulo 2 por Koster (2007), optou-se por um método de localização do material fixo combinado com a localização por famílias, famílias estas o modelo e o posto de trabalho. Com a implementação destas mudanças, verificou-se uma redução significativa das distâncias percorridas pelo colaborador do *picking* da MTF, no momento em que realiza o *picking* dos *dollies* abastecidos pelo *mizusumashi*. Por outro lado, o impacto sentido por este mesmo colaborador nas operações que envolvem o abastecimento dos *dollies* por ele mesmo, não foi tão significativo em termos de distância percorrida. Não obstante, apesar da distância percorrida ser praticamente a mesma, a maioria destas deslocações passaram a ser realizadas sem *dollies* ou material, diminuindo o nível de risco ergonómico da tarefa. Assim, conclui-se que foi implementado o sexto S (*Safety*) apresentado no Capítulo 2.

5. CONCLUSÃO

Durante o desenvolvimento da dissertação de mestrado, foram executadas diversas etapas, de forma a alcançar os resultados pretendidos. Com os conceitos apresentados na revisão bibliográfica, conhecimentos das ferramentas de melhoria e o acompanhamento diário das atividades da empresa em estudo, foi possível enunciar as conclusões pertinentes ao desenvolvimento do trabalho. Assim, no presente capítulo são apresentadas as conclusões mais relevantes, tendo em conta os resultados obtidos ao longo do projeto. Por fim, são apresentadas as limitações e trabalhos futuros.

5.1. Conclusões finais

O objetivo do presente projeto centra-se na análise e melhoria do *layout* do armazém de abastecimento à linha de montagem do *Land Cruiser* série 70, tendo por meio a aplicação de ferramentas *Lean* que permitiram um melhor funcionamento geral do processo de abastecimento.

Ao longo do projeto identificou-se que a organização não possuía documentos *standard* que detalhassem as tarefas realizadas pelos colaboradores logísticos. Assim, realizaram-se SWRS que permitem a obtenção da melhor sequência de atividades, com vista à minimização dos desperdícios e, consequentemente, minimização dos tempos de execução das tarefas. Por outro lado, estes documentos foram uma ferramenta crucial no estudo realizado para a alteração de *takt time*. Isto é, permitiram concluir se os colaboradores que receberam material adicional eram capazes de concluir todas as tarefas dentro do *takt time* estipulado (42,5 minutos).

Posteriormente, ao analisar a disposição do material nas *racks* foi possível perceber que a organização utilizava uma metodologia intuitiva, permitindo que o *picking* do material fosse executado mais rapidamente. No entanto, esta metodologia não permitia o aproveitamento das *racks* e aumentava as deslocações do colaborador do *picking*. Assim, a proposta de melhoria apresentada teve como base a metodologia intuitiva que a empresa adotava, contudo, foi adaptada com vista ao aproveitamento do espaço nas *racks* e à minimização das deslocações. Com a entrada de novo material para o supermercado da MTF foi necessária a aquisição de *racks*. Caso fosse utilizada a metodologia da empresa, era necessário um investimento de 6.690€. No entanto, com a proposta de melhoria apresentada foi apenas necessário um investimento de 2.230€, conseguindo-se, assim, uma poupança de 4.460€.

No que concerne à alteração do *layout* da Célula de Pré-montagens, concluiu-se que a implementação da proposta de melhoria permitiu que o colaborador concluísse todas as pré-montagens durante o período estabelecido, o que não acontecia anteriormente. Assim, não foi necessário alocar à Célula de Pré-Montagens mais 50% do tempo de um colaborador para executar todas as tarefas atempadamente.

Com a alteração da disposição do material no supermercado da MTF, ou seja, organizar o material por postos de trabalho, foi possível aproximar as *racks* do material do lado esquerdo da linha aos respetivos postos. No que diz respeito às *racks* do material do lado direito da linha foi possível aproximar à zona do *mizusumashi*. Deste modo, permitiu a redução das deslocações do colaborador

do *picking* da MTF. Ao analisar os resultados, verificou-se que houve uma redução significa das deslocações efetuadas para o *picking* dos *dollies* abastecidos pelo *mizusumashi*, cerca de 29,02%.

Por outro lado, as deslocações realizadas para o *picking* dos *dollies* abastecidos pelo operador do *picking* da MTF não sofreram uma redução significativa. Apenas houve uma redução de 4,11% devido ao tamanho da linha de MTF. No entanto, conseguiu-se transformar deslocações com *dollies* em deslocações sem *dollies* ou material, permitindo um menor desgaste físico do operador. Com o *layout* anterior, as deslocações com *dollies* ou material correspondiam a cerca de 65,56%, com a alteração de *layout* correspondem a cerca de 55,16%, conseguindo-se, assim, que 10,40% destas deslocações fossem transformadas em deslocações sem *dollies* ou material.

Através da observação ao posto de trabalho, concluiu-se que o operador realiza todas as suas tarefas em aproximadamente 41,5 minutos, conseguindo-se uma minimização de 4 minutos de deslocações comparado com o estudo realizado antes da implementação de melhorias (45,5 minutos).

No que diz respeito à alteração da localização da Célula de Pré-Montagens, conseguiu-se ganhos ao nível da segurança. Isto é, o colaborador do *mizusumashi* já não necessita de contornar o gabinete da MTF, evitando-se, assim, o cruzamento de homem-máquina, garantia de seguranças. Por outro lado, os *dollies* chegam aos colaboradores do *picking* completamente vazios fazendo com que o seu manuseamento seja facilitado. No entanto, os operadores não identificam grandes melhorias relativamente ao seu desgaste físico, devido à redução do *takt time* que faz com que os operadores possuam menos tempo de espera para recuperar energias, mesmo que as deslocações tenham sido minimizadas. Assim, conclui-se que a melhoria da qualidade de trabalho é essencial e deve ser contínua, principalmente para os colaboradores do *picking* que percorrem diariamente vários quilómetros.

Após a análise dos resultados, identificou-se que a mudança foi positiva, no entanto, identificaram-se oportunidades de melhoria adicionais, nomeadamente na deslocação realizada pelo colaborador do *picking* até à Célula de Pré-Montagens. Assim sendo, nesta fase seria concluído o último passo do ciclo PDCA (*Act*). Como não compromete significativamente o processo de *picking*, não sendo, assim, necessária a rápida alteração, optou-se por idealizar uma solução e implementá-la na próxima paragem programada.

Por fim, conclui-se que o *brainstorming* e o envolvimento de toda a equipa da logística foi um ponto crucial para a implementação das propostas de melhoria em tempo *record*, cerca de 4 dias. Assim, permitiu que algumas propostas que tinham sido estudadas para 10 unidades fossem adaptadas para as 11 unidades mais facilmente.

5.2. Limitações e investigação futura

Durante a realização do projeto foram encontradas algumas limitações. Primeiramente, o principal obstáculo encontrado foi o espaço disponível em armazém. Algumas ideias que surgiram durante o projeto não foram concretizadas devido ao espaço reduzido. Por outro lado, a empresa possui uma estrutura antiga com elevado número de pilares que dificultam a melhor organização das *racks*. Por último, verificou-se que a mudança foi um processo complicado de aceitação, uma vez que cria receio nos colaboradores. Neste sentido, houve a necessidade de explicar cuidadosamente todas as mudanças.

Como investigação futura, a principal proposta sugerida será equilibrar a quantidade de pré-montagens de cada viagem do *mizusumashi* para que o colaborador passe a trabalhar no mesmo *takt time* que os colaboradores do *picking*. Isto é, o colaborador da Célula de Pré-Montagens passa a realizar as pré-montagens por viagem, consoante as necessidades. Neste momento não é possível, pois as pré-montagens necessárias para a primeira viagem ocupam cerca de 30 minutos do *takt time* (42,5 minutos). Para que não haja paragem da linha, a empresa criou *stock* de viaturas à entrada da linha de montagem das Cabines que atualmente são 3 unidades em FBS (*Fixed Body Storage*), sendo que 2 unidades são para que não haja atrasos no abastecimento à linha. Isto é, como o colaborador da célula de Pré-Montagens trabalha 2 *takt time* antes da montagem e o *picking* 1, é necessário que haja *stock* de 2 unidades de modo que os colaboradores do *picking* trabalhem para a unidade que vai entrar em linha no próximo *takt time* e o colaborador das pré-montagens trabalhe para a unidade que vai entrar em linha 2 *takt time* depois. Assim sendo, quanto maior for o número de viaturas em FBS maior é o *lead time.* Por este motivo, é essencial que no futuro seja realizado um estudo de forma a melhorar o que foi descrito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bhawsar, V., & Yadav, A. (2016). Melhorar a produtividade pela aplicação de plano de layout sistemático e estudo de trabalho. *International Journal of últimas tendências em Engenharia e Tecnologia*, *6*(4), 117–124.

Buer, S. V., Strandhagen, J. O., & Chan, F. T. S. (2018). The link between industry 4.0 and lean manufacturing: Mapping current research and establishing a research agenda. *International Journal of Production Research*, *56*(8), 2924–2940. https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1442945

Chokkalingam, B., Boovendravarman, S., Tamilselvan, R., & Raja, V. (2020). Application of Ishikawa Diagram To Investigate Significant Factors Causing Rough Surface on Sand Casting. *Proceedings on Engineering Sciences*, *2*(4), 353–360. https://doi.org/10.24874/pes02.04.002

Coimbra, E. A. (2009). *Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains.*

de Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, *182*(2), 481–501. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.07.009

Deuse, J., Dombrowski, U., Nöhring, F., Mazarov, J., & Dix, Y. (2020). Systematic combination of Lean Management with digitalization to improve production systems on the example of Jidoka 4.0. *International Journal of Engineering Business Management*, *12*, 1–9. https://doi.org/10.1177/1847979020951351

Dhounchak, D. (2017). *REVIEW OF 6S METHODOLOGY*. *7*(8), 14455–14457.

Dionísio, N. (2013). *A importância da implementação da gestão e metodologia Lean num operador logístico* [Tese de Mestrado, Instituto Politécnico de Setúbal]. https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/5117

Galsworth, G. (2004). The Value of Vision. *Industrial Engineer*, *36*(8), 44–50.

Gartlehner, G., Schultes, M. T., Titscher, V., Morgan, L. C., Bobashev, G. V., Williams, P., & West, S. L. (2017). User testing of an adaptation of fishbone diagrams to depict results of systematic reviews. *BMC Medical Research Methodology*, *17*(1), 1–9. https://doi.org/10.1186/s12874-017-0452-z

Grout, J. R., & Toussaint, J. S. (2010). Mistake-proofing healthcare: Why stopping processes may be a good start. *Business Horizons*, *53*(2), 149–156. https://doi.org/10.1016/j.bushor.2009.10.007

Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. F. (2007). Research on warehouse operation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, *177*(1), 1–21. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.02.025

Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, *25*(2), 420–437. https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.001

K.Nishimoto. (2020). *Ji Do Ka*.

Kumar, S. R., Nathan, V. N., Ashique, S. I. M., Rajkumar, V., & Karthick, P. A. (2020). Productivity enhancement and cycle time reduction in toyota production system through jishuken activity - Case study. *Materials Today: Proceedings*, *37*(Part 2), 964–966. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.06.181

Liebeskind, A. (2005). *How to optimize your warehouse operations.* Triumph Learning-Coach Books.

Liker, J. K. (2004). *Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill Education.

Liker, Jeffrey K., & Morgan, J. M. (2006). The toyota way in services: The case of lean product development. *Academy of Management Perspectives*, *20*(2), 5–20. https://doi.org/10.5465/AMP.2006.20591002

Moura, R. A. (2005). *Sistemas e Técnicas de Movimentação e Armazenagem de Materiais* (5ª ed.). IMAM.

Norrack. (2021). *Estantes Picking para cargas médias / pesadas - PK50 XL*. https://www.norrack.pt/picking-média-carga/estantes-carga-manual-pk50-xl.html#galleryfa85fba00e-7

Oriotote M, E., Arladi, J., Tanaka A., M., Cuozzo, E., Baggio K., D., & Paladini P., E. (2017). Análise de Layout em uma Cervejaria Artesanal com base no modelo Sistematic Layout Planning. *16*, 1–21. http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&sid=a933faf4-14b9-4ce1-8c1e-cf888fe78e6a@sessionmgr4008

Pandian, D. A. P. (2019). Artificial Intelligence Application in Smart Warehousing Environment for Automated Logistics. *Journal of Artificial Intelligence and Capsule Networks*, *1*(2), 63–72. https://doi.org/10.36548/jaicn.2019.2.002

Pereira, M. T., Sousa, J. M. C., Ferreira, L. P., Sá, J. C., & Silva, F. J. G. (2019). Localization system for optimization of picking in a manual warehouse. *Procedia Manufacturing*, *38*(2019), 1220–1227. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.213

Pimenta, C. M., & Braga, L. M. (2009). Gestão De Armazenagem Em Um Supermercado De Pequeno Porte. *Revista P&D em Engenharia de Produção*, *08*(2008), 57–77.

Pinto, J. P. (2010). *Gestão de operações na indústria e nos serviços.* (3ª ed.). Lidel.

Pinto, J. P. (2014). *Pensamento Lean* (6ª ed.). Lidel.

Rother, M. (2010). *Toyota Kata: Managing People for Improvement, Adaptiveness and Superior Results*. McGraw-Hill.

Rouwenhorst, B., Reuter, B., Stockrahm, V., Houtum, G. J. van, Mantel, R. J., & Zijm, W. H. M. (2000). Warehouse design and control: Framework and literature review. *European Journal of Operational Research*, *122*, 515–533. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00020-X

Rushton, A., Croucher, P. and Baker, P. (2014). *Handbook of logistics and distribution management*.

Silva, F. J. G., & Ferreira, L. C. P. (2016). *Lean Manufacturing: Implementation, Opportunities and Challenges*. Nova Cience Publishers.

Singh, J., Singh, H., & Singh, P. (2021). *The Impact of 5S Practices on the Performance of Manufacturing Industry : An Empirical Investigation*.

Tomelin, M., & Colmenero, J. C. (2010). Historical data-based job-shop layout systems definition method. *Producao*, *20*(2), 274–289. https://doi.org/10.1590/S0103-65132010005000026

Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. M. A. (2010). *Facilities Planning*. Facilities Planning.

Toyota Caetano Portugal, S. . (2021a). *Apresentação*. https://toyotacaetano.pt/empresa/apresentacao/

Toyota Caetano Portugal, S. . (2021b). *Fábrica de Ovar*. https://toyotacaetano.pt/sector-industrial/fabrica-de-ovar/

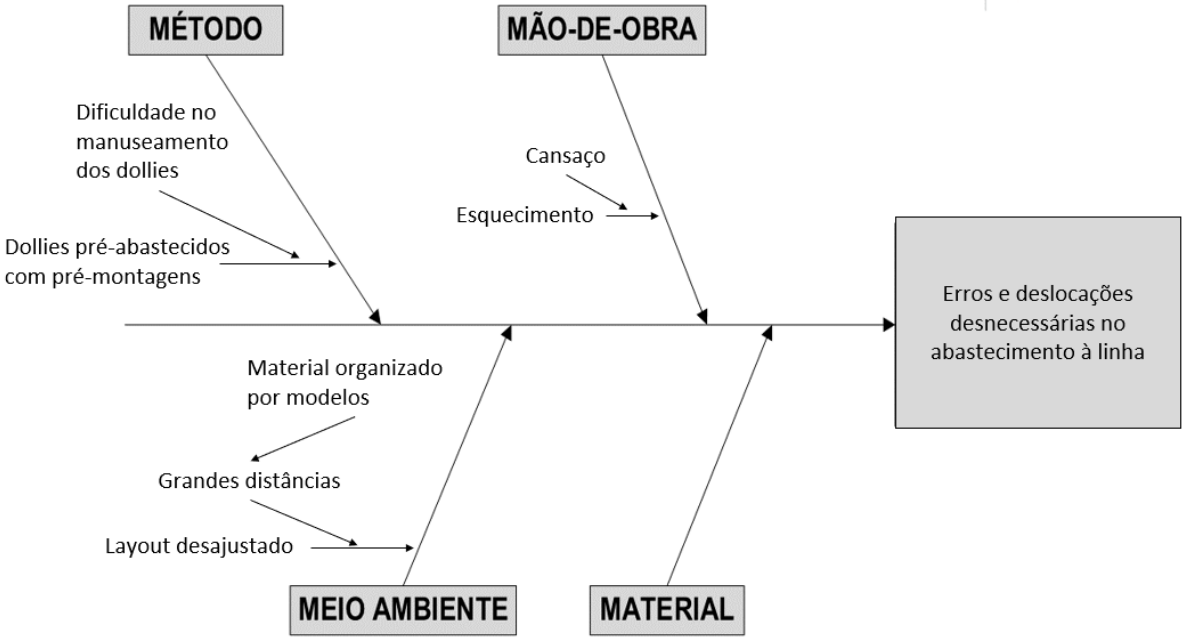
Toyota Caetano Portugal, S. . (2021c). *Missão, Valores e Visão*. https://toyotacaetano.pt/empresa/missao/

Toyota Caetano Portugal, S. . (2021d). *Sustentabilidade e Ambiente*. https://toyotacaetano.pt/desafio-ambiental-toyota-2050/

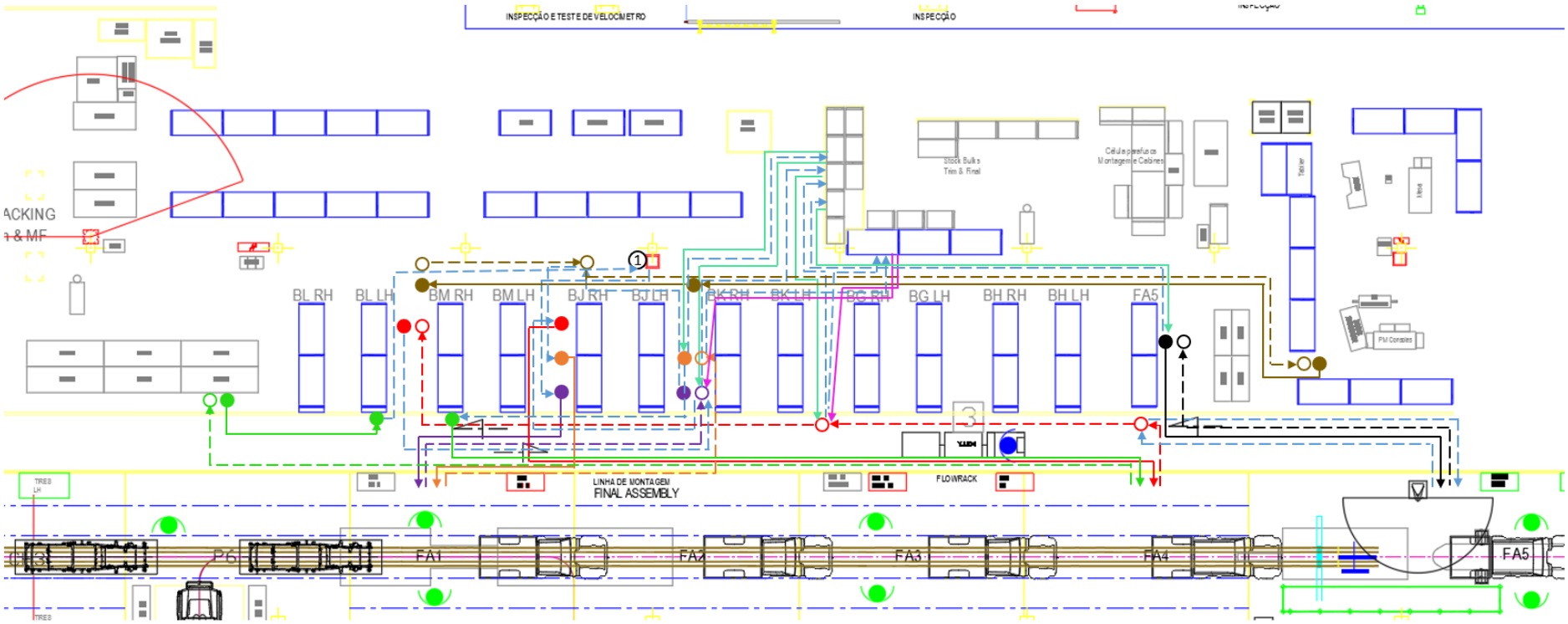
Werkema, M. C. C. (1995). *Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento de Processos*. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. *Journal of the Operational Research Society*, *48*(11), 1148–1148. https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967

APÊNDICE A DIAGRAMA DE *ISHIKAWA*



APÊNDICE B DESLOCAÇÕES DO COLABORADOR DO *PICKING* DA MTF PARA *DOLLIES* LADO ESQUERDO PRÉ-IMPLEMENTAÇÃO

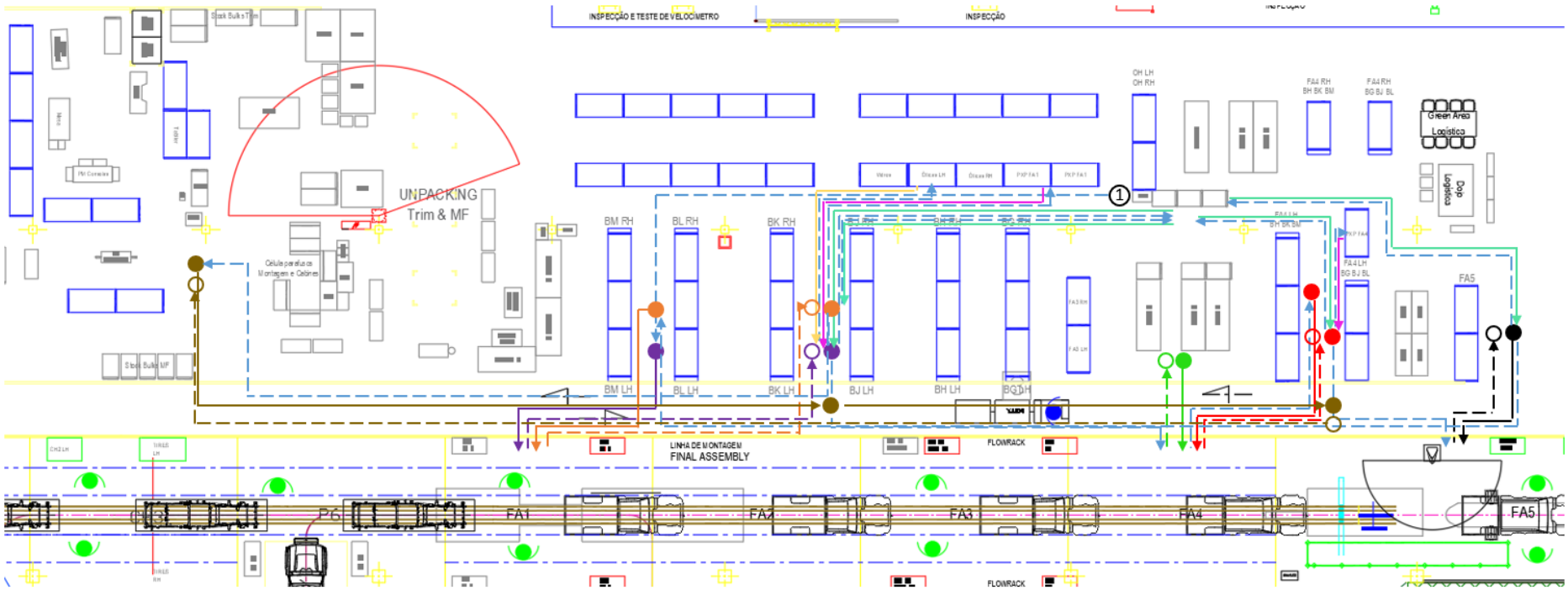


Símbolo	Descrição
①	Ponto de partida (mesa de apoio)
○●	*Dolly* FA4 LH A vazio/cheio
○●	*Dolly* FA1 LH A vazio/cheio
○●	*Dolly* FA1 LH B vazio/cheio
○●	*Dolly* Banco LH vazio/cheio
○●	*Dolly* FA5 vazio/cheio
○●	Transportador de Pré-Montagens vazio/cheio
→	Deslocar *dolly* FA4 LH A vazio/cheio
→	Deslocar *dolly* FA1 LH A vazio/cheio
→	Deslocar *dolly* FA1 LH B vazio/cheio
→	Deslocar *dolly* Banco LH vazio/cheio
→	Deslocar *dolly* FA5 vazio/cheio
→	Deslocar transportador Pré-Montagens vazio/cheio
→	Deslocação do colaborador do *picking* sem material
→	Deslocação das caixas da Célula de Parafusos
→	Deslocação do material PXP

Tarefa	Símbolo associado
Deslocar-se até *dolly* FA1 LH A cheio que se encontra nas *racks* BM LH	→
Deslocar *dolly* FA1 LH A cheio até ao posto FA1 LH e trocar *dollies*	→
Deslocar *dolly* FA1 LH A vazio até *racks* BJ LH	→
Deslocar-se até *dolly* FA4 LH A cheio que se encontra nas *racks* BM LH	→
Deslocar *dolly* até ao posto FA4 LH e trocar *dollies*	→
Deslocar *dolly* FA4 LH A vazio até perto das *racks* FA5	→
Deslocar-se até ao posto FA5 e pegar *dolly* FA5	→
Deslocar *dolly* FA5 vazio até *racks* FA5 e fazer *picking*	→
Deslocar-se até Célula de Parafusos	→
Deslocar-se com as caixas até *dolly* FA5	→
Deslocar *dolly* FA5 cheio até ao posto FA5	→
Deslocar-se até *dolly* FA4 LH A vazio que se encontra perto das *racks* FA5	→
Deslocar *dolly* FA4 LH A vazio	→
Deslocar-se até Célula de Parafusos	→
Deslocar-se com as caixas até *dolly* FA4 LH A	→
Deslocar-se até *racks* PXP	→
Deslocar-se até *dolly* FA4 LH A com material PXP	→
Deslocar *dolly* FA4 LH A até *racks* BL LH e fazer *picking*	→
Deslocar-se até *dolly* FA1 LH A vazio que se encontra nas *racks* BJ LH e fazer *picking*	→
Deslocar-se até *racks* PXP	→
Deslocar-se até *dolly* FA1 LH A com material PXP	→
Deslocar-se até Célula de Parafusos	→
Deslocar-se com as caixas até *dolly* FA1 LH A	→

Deslocar-se até transportador das Pré-Montagens	
Deslocar transportador vazio até célula das Pré-Montagens	
Deslocar transportador cheio até dollies FA1 LH A e FA1 LH B e deixar material	
Deslocar transportador até dolly FA4 LH A e deixar material	
Deslocar transportador vazio até o local definido para este	
Deslocar-se até *dolly* FA1 LH B cheio que se encontra nas *racks* BM LH	
Deslocar *dolly* FA1 LH B cheio até ao posto FA1 LH e trocar *dollies*	
Deslocar *dolly* FA1 LH B vazio até *racks* BJ LH e fazer *picking*	
Deslocar-se até Célula de Parafusos	
Deslocar-se com as caixas até *dolly* FA1 LH B	
Deslocar-se até Banco LH cheio	
Deslocar *dolly* Banco LH cheio até ao posto FA4 LH e trocar *dollies*	
Deslocar *dolly* vazio até Bancos e fazer *picking*	
Deslocar *dolly* cheio até *racks* BL LH	

APÊNDICE C DESLOCAÇÕES DO COLABORADOR DO *PICKING* DA MTF PARA *DOLLIES* LADO ESQUERDO PÓS-IMPLEMENTAÇÃO



Símbolo	Descrição
①	Ponto de partida (mesa de apoio)
○●	*Dolly* FA4 LH A vazio/cheio
○●	*Dolly* FA1 LH A vazio/cheio
○●	*Dolly* FA1 LH B vazio/cheio
○●	*Dolly* Banco LH vazio/cheio
○●	*Dolly* FA5 vazio/cheio
○●	Transportador de Pré-Montagens vazio/cheio
→	Deslocar *dolly* FA4 LH A vazio/cheio
→	Deslocar *dolly* FA1 LH A vazio/cheio
→	Deslocar *dolly* FA1 LH B vazio/cheio
→	Deslocar *dolly* Banco LH vazio/cheio
→	Deslocar *dolly* FA5 vazio/cheio
→	Deslocar transportador Pré-Montagens vazio/cheio
→	Deslocação do colaborador do *picking* sem material
→	Deslocação das caixas da Célula de Parafusos
→	Deslocação do material PXP
→	Deslocação de óticas

Tarefa	Símbolo associado
Deslocar-se até *dolly* FA1 LH A cheio que se encontra nas *racks* BM LH	→
Deslocar *dolly* FA1 LH A cheio até ao posto FA1 LH e trocar *dollies*	→
Deslocar *dolly* FA1 LH A vazio até *racks* BJ LH e fazer picking	→
Deslocar-se até Célula de Parafusos	→
Deslocar-se com as caixas até *dolly* FA1 LH A	→
Deslocar-se até *racks* PXP	→
Deslocar-se até *dolly* FA1 LH A com material PXP	→
Deslocar-se até *racks* Óticas LH	→
Deslocar-se até *dolly* FA1 LH A com ótica	→
Deslocar-se até posto FA4 LH e pegar dolly Banco LH vazio	→
Deslocar dolly Banco LH vazio até Bancos LH e fazer picking	→
Deslocar *dolly* Banco LH cheio até posto FA4 LH	→
Deslocar-se até *dolly* FA4 LH A cheio que se encontra nas *racks* FA4 LH (BM, BK, BH)	→
Deslocar *dolly* até ao posto FA4 LH e trocar *dollies*	→
Deslocar *dolly* FA4 LH A vazio até *racks* FA4 LH (BL, BJ, BG) e fazer picking	→
Deslocar-se até Célula de Parafusos	→
Deslocar-se com as caixas até *dolly* FA4 LH A	→
Deslocar-se até *racks* PXP	→
Deslocar-se até *dolly* FA4 LH A com material PXP	→
Deslocar-se até posto FA5 e pegar *dolly* FA5	→
Deslocar *dolly* FA5 vazio até *racks* FA5 e fazer *picking*	→
Deslocar-se até Célula de Parafusos	→

Deslocar-se com as caixas até *dolly* FA5	
Deslocar *dolly* FA5 cheio até ao posto FA5	
Deslocar-se até *dolly* FA1 LH B cheio que se encontra nas *racks* BM LH	
Deslocar *dolly* FA1 LH B cheio até ao posto FA1 LH e trocar *dollies*	
Deslocar *dolly* FA1 LH B vazio até *racks* BJ LH e fazer *picking*	
Deslocar-se até Célula de Parafusos	
Deslocar-se com as caixas até *dolly* FA1 LH B	
Deslocar-se até Célula de Pré-Montagens	
Deslocar transportador cheio até dolly FA1 LH A e FA1 LH B e deixar material	
Deslocar transportador até dolly FA4 LH e deixar material	
Deslocar transportador vazio até Célula de Pré-Montagens	

APÊNDICE D QUESTIONÁRIO

Ítem	Questões		Avaliação	Observação:
1	Globalmente considera que houve melhoria no layout?	Não Sim	Sim	
2	Sente-se melhor fisicamente quando realiza o manuseamento dos dollies?	Não Sim	Sim	Dolly FA4 LH (menos peso)
3	Sente que algumas das suas tarefas foram facilitadas? Se sim? Quais?	Não Sim	Sim	Picking dos dollies : OH LH; OH RH; FA4 LH; FA4 RH; Banco LH; Banco RH; FA5
4	Sente que caminha menos?	Não Sim	Sim	Apenas para o picking dos dollies das viagens do mizusumashi
5	Comparando com o que acontecia anteriormente, como descreve o seu desgaste físico atual?	Pior Aproximadamente igual Melhor	Aproximadamente igual	Menos tempo de espera entre takt time, menos tempo para recuperar energias

Ítem	Questões		Avaliação	Observação:
1	Globalmente considera que houve melhoria no layout?	Não Sim	Sim	
2	Sente-se melhor fisicamente quando realiza o manuseamento dos dollies?	Não Sim	Sim	Em todos os dollies mas principalmente no dolly TA3 RHA
3	Comparando com o que acontecia anteriormente, como descreve o seu desgaste físico atual?	Pior Aproximadamente igual Melhor	Aproximadamente igual	

ANEXO A ESTUDO DE TEMPOS PARA ALTERAÇÃO DO *TAKT TIME*

Neste anexo é apresentado o estudo de tempos dos postos de trabalho *Picking* MTF, *Picking* Cabines e Célula de Pré-Montagens realizado para a alteração de *takt time*.

Picking MF				
operações				
Move o komoboard		0		
Picking OH LH e RH	298,80	4,98		
FA1 RH A	251,40	4,19		
FA4 RH A	239,40	3,99	3,46	
Banco RH	85,20	1,42		
FA1 LH A	347,40	5,79		
FA4 LH A	313,20	5,22	4,83	
Banco LH	104,70	1,75		
Picking PM	251,40	4,19	3,06	
FA5	169,80	2,83		
Pk Rodas	69,00	1,15		
FA1 RH B	277,20	4,62	4,44	
FA1 LH B	210,00	3,50	2,91	
Recolha proteções degrau	115,20	1,92		
ToTal	2732,7	45,5	Produtividade	107,16
	Antes	42,1		

Página 1

Picking Trimming				
operações				
Move o komoboard	1,27	76,2		
TR3 E/C	4,51	270,6		
TR3 RH A	2,41	144,3		
TR3 LH A	2,17	129,9		
TR3 LH C	4,50	270	5,19	
TR3 LH B	2,66	159,6	3,4	
TR3 RH B	1,88	112,8	2,3	
TR3 RH C	3,78	226,8	4,38	
FA3 LH	5,40	323,7		
FA3 RH	3,30	197,7		
PM Depósito	4,41	264,6		
Recolha de resíduos	4,74	284,4		
ToTal	41,01	2460,6	Produtividade	96,49
Antes	44,96			

Pré-Montagem				
operações				
Mover Komaboard	1,07	64,2		
PM pedal do travão	0,89	53,3		
PM Bomba de embraiagem	0,69	41,3		
PM Atuador de ABS	0,65	39,2		
PM Pedal Acelerador (HZ)	0,83	49,7		
PM cablagem E/C	1,20	71,8		
PM Cablagem Principal	1,07	64,3		
PM Radiador da chaufagem	1,58	94,5		
PM Motor da chaufagem	0,59	35,35		
PM Tablier	5,56	333,45		
PM reforço de tablier	7,89	473,47		
PM óculo traseiro	3,73	223,9		
PM parachoques	4,62	277,1		
PM reforço parachoques	2,16	129,7		
PM forra coluna de som	0,35	21		
PM Forra superior Direita tablier	0,52	31,4		
PM forra inferior Junto a coluna de direção	0,69	41,2		
PM Gaveta do rádio	1,51	90,4		
PM Airbag	0,56	33,7		
PM Manípulos	0,15	8,7		
Pré-montagem Saco Ferramentas	0,39	23,1		
Pré-montagem Suporte Palas das rodas	0,73	43,7		
Pré-montagem Forra preta Inferior	0,97	58,3		
Pré-montagem Forra preta superior	0,69	41,1		
Pré-montagem Pedal acelerador (VD e GR)	0,45	27,1		
Pré-montagem Suporte da bateria	0,71	42,7		
Pré-montagem Sensor Airbag	0,65	38,7		
Pré-montagem Volante	0,88	52,8		
ToTal	41,75	2505,17	Produtividade	98,24